

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

**Návrh výrobní linky pro montáž trysek
ostřikovačů automobilů**

Design of Production Line for Assembly of Nozzles Washers
Automobiles

Student:

Pavel Vašátko

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. et Ing. Mgr. Jana Nováková

OSTRAVA 2010

Zadání bakalářské práce

Student:

Pavel Vašátko

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Návrh výrobní linky pro montáž trysek ostřikovačů automobilů

Design of Production Line for Assembly of Nozzles Washers
Automobiles

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky montáže malých dílců.
2. Rozbor stávajícího postupu montáže trysek.
3. Návrh výrobní linky pro montáž trysek.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:


ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2007. s. 251. ISBN 978-80-248-1505-3.
NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. s. 343. ISBN 978-80-8070-711-8.
DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.

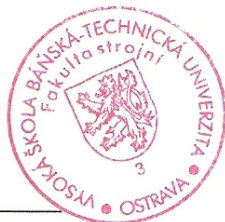
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Ing. Jana Nováková**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010


prof. Dr. Ing. Josef Brychta
vedoucí katedry

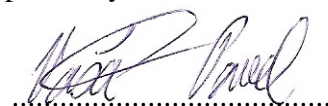



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21.5.2010



.....
podpis studenta

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB - TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB - TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21.5.2010



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Pavel Vašátko

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Bystřec č.p. 400

561 54

Anotace bakalářské práce:

VAŠÁTKO, P. *Návrh výrobní linky pro montáž trysek ostříkovačů automobilů : bakalářská práce.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2010, 48 s. Vedoucí práce: Nováková, J.

V bakalářské práci je vypracován návrh výrobního zařízení pro montáž trysek ostříkovačů automobilů. V úvodu se práce zabývá problematikou montáže malých dílců především jejich orientací ve vibračních zásobnících a polohováním. Dále je uveden současný stav montáže trysek s popisem používaného zařízení. Na základě současného postupu montáže a dle zadání je vypracován návrh automatizovaného výrobního zařízení. Návrh linky obsahuje otočný polohovací stůl – karusel, vibrační zásobníky, manipulátory, základací hnízda, popis rámu a krytu stroje. Ke konci práce je uvedeno technicko - ekonomické zhodnocení návrhu v porovnání se stávajícím řešením. V závěru je popsáno celkové hodnocení práce.

Annotation of bachelor thesis:

VAŠÁTKO, P. *Design of Production Line for Assembly of Nozzles Washers Automobiles : Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Fabrication Institute, 2010, 48 p.
Thesis head: Nováková, J.

This bachelor thesis is elaborated for the proposal of production assembly line for washer nozzles cars. At the beginning of the work deals with the issue of the assembly of the small parts, mainly the orientation in the vibration bowl feeder and their positioning. Furthermore, there is mentioned the current status of the process of the assembly of the nozzles with a description of the used equipment. Based on the current assembly process and according to the specification is drafted the proposal of the automated assembly equipment. The proposal of the assembly line includes the rotary positioning table (dial table) - carousel, vibration bowl feeders, handlings of the product, nests (JIG), description of the frame and the machine safety cover. At the end this work is technical - economic evaluation of the proposal with the comparing to the existing solution. There is the overall assessment of the bachelor thesis described in the conclusion.

Poděkování:

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. et Ing. Mgr. Janě Novákové za její vedení a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat firmě LUX s. r. o. za pomoc při vytváření bakalářské práce, zejména pak panu Ing. Jiřímu Tejklovi.

Pavel Vašátko

Obsah bakalářské práce:

	Strana
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	8
0 Úvod.....	9
1 Řešená problematika	10
1.1 Představení firmy LUX s.r.o.	10
2 Úvod do problematiky montáže malých dílců.....	12
2.1 Přehled montážních systémů.....	15
2.2 Druhy zásobníků.....	18
2.3 Orientování dílců.....	21
2.4 Oddělovače dílců.....	23
2.5 Zakladače a roboty.....	24
3 Rozbor stávajícího postupu montáže trysek.....	25
3.1 Popis lisu.....	26
3.2 Fotodokumentace dílců.....	27
3.3 Použití ostříkovačů.....	28
3.4 Firma TNS Servis s.r.o.	29
4 Návrh výrobní linky pro montáž trysek.....	30
4.1 Zadání firmy TNS Servis s.r.o.	30
4.2 Popis návrhu automatizované linky.....	30
4.3 Volba komponent 1. polohy stroje.....	34
4.4 Časový rozbor linky.....	38
4.5 Nabídka pro firmu TNS Servis s.r.o.	40
5 Technicko-ekonomické zhodnocení.....	41
5.1 Zvýšení produkce současného způsobu montáže.....	41
5.2 Zvýšení produkce automatizovanou montážní linkou.....	43
5.3 Porovnání obou možností zvýšení produkce.....	44
6 Závěr.....	45
7 Seznam použité literatury.....	46
8 Seznam příloh.....	48

Seznam použitých zkratk a symbolů

Zkratka:	Popis:	Jednotka:
CNC	Computer Numeric Control – počítačem číslicové řízení	
HSC	High Speed Cutting – vysokorychlostní obrábění	
RFID	Radio-frekvenční identifikační systémy	
VZ	Vibrační zásobník	
2D	Dvourozměrný prostor	
3D	Trojrozměrný prostor	
A	Aktivní	
P	Pasivní	
SCARA	Selective Compliant Assembly Robot Arm – Mont. robotické rameno	
V_a	Objem přídavného talíře	[cm ³]
V_e	Objem základacího přípravku	[cm ³]
ρ_1	Hustota hliníku	[g/cm ³]
ρ_2	Hustota ocele	[g/cm ³]
m_a	Hmotnost přídavného talíře	[kg]
m_e	Hmotnost základacího přípravku	[kg]
r_a	Poloměr talíře	[mm]
r_e	Poloměr těžiště hnízda	[mm]
J_1	Moment setrvačnosti	[kg.m ²]
J_2	Moment setrvačnosti dílčího zatížení	[kg.m ²]
J_c	Celkový moment setrvačnosti	[kg.m ²]
n	Počet základacích hnízd	[ks]
T	Takt stroje	[s]
F_{SK}	80% časový fond stroje	[h]
E_{DC}	Efektivní časový fond pracovníka	[den]
R_{PS}	Roční produkce 1 směny v kusech	[ks]
C_{NP}	Náklady na rozšíření pracoviště	[Kč]
C_{MN}	Celkové mzdové náklady na rok pro 12 pracovníků	[Kč]
C_N	Celkové náklady rozšíření výroby	[Kč]
P_{d2010}	Počet pracovních dní v roce 2010	[den]
D_s	Délka pracovní směny	[h]
N	Roční objem výroby	[ks]

Úvod

V několika posledních desítkách let je pojem montáže ve strojírenství velice důležitý. Dříve se obecně montáž a její racionalizace značně přehlížela a průmysl se zaměřoval především na snížení výrobních časů. Toto zaměření v průmyslu dalo základ pro vznik dnešních CNC strojů, které zvládají HSC obrábění. S vývojem těchto CNC strojů se postupně začalo zjišťovat, že podíl montáže při výrobě zabírá 40 až 80 % celkového výrobního času součástí. Po tomto zjištění se ze značné části začal proces montáže automatizovat.

V bakalářské práci je řešena problematika návrhu automatizované montážní linky ostřikovačů předních světlometů automobilů, které vyrábí firma TNS Servis s. r. o. Součástí práce bude také srovnání montáže prováděné člověkem a automatizovaným strojem, protože v této firmě se v současnosti montáž provádí na pneumatickém lise, přičemž se lisují dva výrobky současně. Návrh automatizované linky bude vypracován ve spolupráci s firmou Lux s. r. o., která dostala poptávku na toto zařízení od firmy TNS Servis s. r. o. Tato firma má v současnosti v plánu navýšit výrobní produkci až na 2 mil. kusů montovaných ostřikovačů za rok. Současné řešení ručně prováděné montáže zvládá 1 mil. kusů ročně ve dvousměnném provozu. Toto neefektivní řešení by měla nahradit automatizovaná linka.

Cílem bakalářské práce je navrhnout plně automatický montážní stroj, který má nahradit a zefektivnit současný stav montáže ostřikovačů. Návrh stroje bude vycházet ze současného postupu montáže. Hlavní požadavek zadavatele - TNS Servis s. r. o. je roční produkce 1,5 - 2 mil. kusů ročně a nízké náklady na provoz stroje. Proto bude stroj konstruován výhradně ze stavebnicových prvků kvůli snazší výměně poškozených součástí během provozu. V technicko – ekonomickém zhodnocení návrhu porovnáme výhodnost návrhu automatizované montážní linky oproti současnému způsobu montáže.

1 Řešená problematika

V bakalářské práci bude řešena problematika návrhu automatizované montážní linky ostřikovačů předních světlometů automobilů, které vyrábí firma TNS Servis s. r. o. V této firmě se v současnosti montáž provádí na pneumatickém lise, přičemž se lisují dva výrobky současně. Tento montážní postup není moc efektivní a proto firma TNS Servis s. r. o. zadala poptávku firmě Lux s. r. o. na návrh automatizovaného montážního stroje. Předpokládaný roční objem produkce je podle zadání 1,5 - 2 mil. kusů. Orientace dílců bude plně automatická. Lisovací proces probíhá na pevně nastavený mechanický doraz. V návrhu se nepředpokládá kontrola lisovacího procesu např. tenzometry. Návrh linky bude obsahovat kontrolu přítomnosti všech komponent. Dílce jsou po montáži ukládány do šedých plastových krabiček s kapacitou 2500 kusů. Pro návrh montáže výrobku byly poskytnuty k dispozici vzorky a 3D model součástí. Výkresová dokumentace nebyla z důvodu ochrany dat poskytnuta.

1.1 Představení firmy LUX s. r. o.

Společnost LUX s. r. o. se sídlem v Jablonném nad Orlicí byla založena 6.8. 1992. Od státního podniku Tesla Jablonné nad Orlicí si od 1.1.1993 pronajala provoz výroby jednoúčelových strojů a nástrojů a od 1.1. 1994 pak na základě privatizačního projektu tuto část podniku odkoupila. [8]

V průběhu let 1992 - 1994 musela společnost restrukturalizovat výrobní program, neboť původní zaměření na výrobu strojů pro Teslu Jablonné nad Orlicí bylo zapotřebí kvůli ukončení výroby elektronických součástek změnit. V průběhu roku 1994 firma obnovila výrobu jednoúčelových strojů a začala rozvíjet výrobu hydraulických lisů na odpad.

V letech 1994 - 1999 společnost vyrobila více než 100 ks výrobních strojů pro firmu AVX Lanškroun. Dalšími zákazníky v této době byly společnosti JCEE (Japonsko), PHILIPS COMPONENTS (Holandsko), Siemens Trutnov, Motorola Rožnov pod Radhoštěm, Barum Continental Otrokovice a další.

V současnosti je nosným výrobním programem společnosti zakázková výroba automatických výrobních a montážních linek podle specifikace zákazníka a potřeby elektrotechnického a nyní i automobilového průmyslu.

Vzhledem k široké škále výrobního programu založila firma LUX s. r. o. dvě dceřiné společnosti, a to LUX-PTZ s. r. o. a LUX-IDENT s. r. o. Tímto vznikla skupina LUX-GROUP, ve které se výroba rozdělila do jednotlivých společností. Odkaz na skupinu: www.lux-group.cz. Odkaz na jednotlivé společnosti: www.lux.cz; www.lux-ptz.com; www.lux-ident.com.

Ukázka zařízení, které firma vyrábí:



Obr.1 - Příklad stroje pro montáž tlakových senzorů [9]

Firma například dále vyrábí:

- Výrobní zařízení pro kondenzátory.
- Výrobní zařízení pro RFID.
- Podávací a třídící zařízení pro testování polovodičů v pouzdrech.
- Stroje pro mikro svařování elektrickým odporem.
- Moduly pro výrobní linky.
- Zařízení na montáž multifunkčních páčkových přepínačů pod volantem automobilů.

Firma vyrábí další zařízení dle specifikace zákazníka. Na internetové stránce naleznete popis a obrázky všech zástupců těchto jednoúčelových strojů. [8]

2 Úvod do problematiky montáže malých dílců

Důležitou součástí každé strojírenské výroby je montáž. V literatuře se uvádí, že „*montáž je zlatou korunou výroby, ale zároveň i jejím prubířským kamenem*“ [2]. Základní charakter a rozsah montáže je především dán technickým provedením a druhem výrobku. Vlivem technologií výroby, různorodosti výrobků ale i vlivem druhu výroby, má však montáž určitého výrobku vždy značně specifický charakter. Přesto lze v každém montážním systému nalézt společné zásady při návrhu montáže.













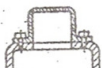
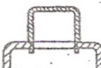
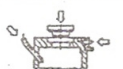

Slovo montáž pochází z francouzštiny, kmenem slova je *mont*, které znamená *hora*, *hromada* nebo *kupa*. Český slovo montáž můžeme vyjádřit jako *kupit*, *hromadit* nebo *dávat do hromady*. V novodobém technickém smyslu slovo montáž představuje komplexní a vysoce koordinovaný soubor činností zařízení, strojů a lidí, jejichž vykonání ve stanoveném pořadí a čase vznikne z jednotlivých dílů nebo součástí hotový výrobek.

Montáž lze chápat jako výrobu montážních jednotek, tj. složených komponent, jakkoliv strukturovaných od nejjednodušších, složených ze dvou součástí až po složité, investičně náročné.

Technologičnost konstrukce z hlediska automatizace montáže

Základním předpokladem pro automatizaci montážních procesů je vhodnost konstrukce výrobku. Současná řešení však většinou vznikla pro ruční montáž, jako v námi řešeném případě. Jde především o to, že inteligence a zručnost člověka se dokáže vypořádat s některými konstrukčními problémy, které mohou z montáže vyplynout. V mnoha případech automatizace montáže se chybovalo především tím, že se technickými prostředky kopírovaly montážní pohyby ruky. Konstruování z hlediska automatické montáže vyžaduje změnu myšlenkových pochodů, což vede k vyvinutí nových konstrukčních řešení. Jako příklad lze uvést přechod od konvenčního spojování elektronických součástek dráty na plošné spoje. Tímto přechodem se umožnila automatizace. V tab.1 jsou zobrazeny konstrukční zásady dílů pro automatickou montáž.

Tab. 1 – Základní konstrukční zásady dílů pro automatickou montáž [2]

Konstrukční zásada	Způsob docílení	Příklad	
		nevhodné řešení	vhodné řešení
Minimalizace počtu částí	slučováním		
Usnadnit připojování částí	symetrií		
	omezením ohebnosti		
	umístěním tvarových ploch pro montáž na vnější stranu součástí		
Samostředění částí	používáním sražení a zaoblení hran		
Přístupnost při montáži a kontrole	umožněním lineárních procesních pohybů		
Jednoduchost spojů	používáním spojů bez spojovacích dílů		
Zjednodušení manipulace při spojování	snížením počtu a sjednocením montážních pohybů		

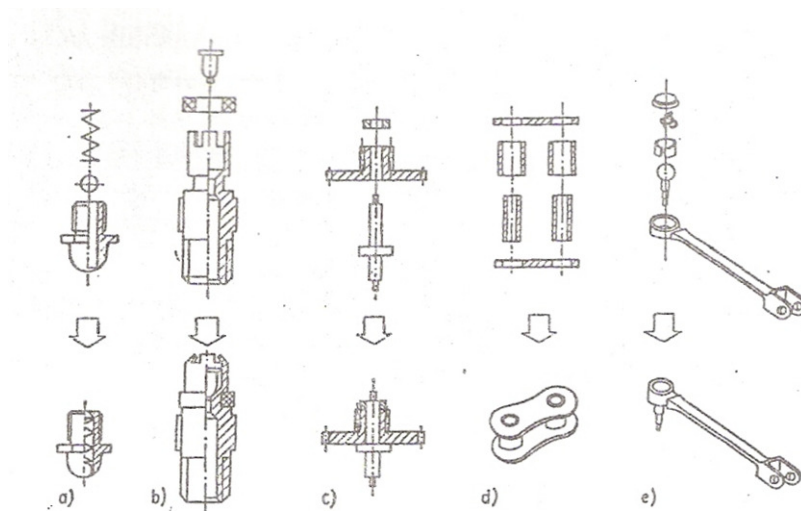
Zásady konstruování z hlediska automatizace:

- principální přístup ke stavbě montážních celků včetně kompletního výrobku,
- jednotlivé součásti a jejich detaily.

ad. a) Rozhodující vliv má koncepce stavby celého výrobku. Tímto by se měly splnit následující požadavky automatizace montáže:

- uplatňovat co nejméně rozvětvené montážní procesy, protože automatické podávání bývá zdrojem poruch a je nákladné.
- počet součástí má být co nejmenší. Každá další součást vyžaduje montážní pozici s technologickou jednotkou a manipulátorem, což vše prodražuje a navíc mohou zvýšit pravděpodobnost další poruchy.
- počet směrů montáže a jejich případných změn má být co nejmenší. Nejvýhodnější je směr ve smyslu zemské gravitace (vertikální směr). V této souvislosti se doporučuje sendvičový princip konstrukce výrobku, tj. že každá nová součást se vkládá do předchozí a je jí vystředěna. Příklady sendvičových součástí jsou na obr.2.

- při spojování součástí a zajištění jejich polohy je nutno dávat přednost přímočarým montážním pohybům.
- automatická montáž klade nároky na rozměrovou přesnost součástí a její výrobní stabilitu. Nepřesnosti součástí jsou příčinou 75 – 95% případů poruch při montáži.

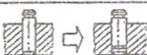

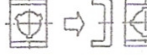
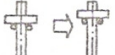
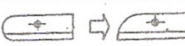

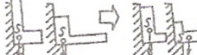
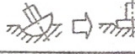
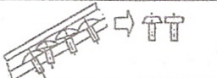
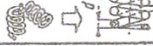
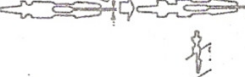
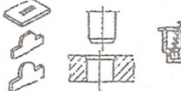



Obr. 2 – Příklady sendvičových celků pro automatickou montáž [2]

a) kulová maznička, b) vložka ventilků, c) pohonná hřídel, d) díl Gallova řetězu, e) páka s kulovým čepem

ad. b) Při konstruování součástí se musí brát zřetel na budoucí automatickou manipulaci s nimi během montáže. Součásti musí být většinou již před montáží automaticky orientovány do požadované polohy, proto je nutné konstruovat součásti buď zcela symetrické a nebo výrazně asymetrické. Součásti s tvarem mezi těmito extrémy mohou činit potíže při orientování. Orientování může ulehčit geometrická asymetrie součástí např. zvláštní tvarový prvek (výstupek, prohlubeň apod.). Tvar součástí by také měl zabránit slepování či zakliňování součástí v perifériích automatu. Hrany montovaných ploch mají být opatřeny dostatečnými náběhy, které nám ulehčí samotnou montáž. Několik zásad konstruování je shrnuto v tab. 2.

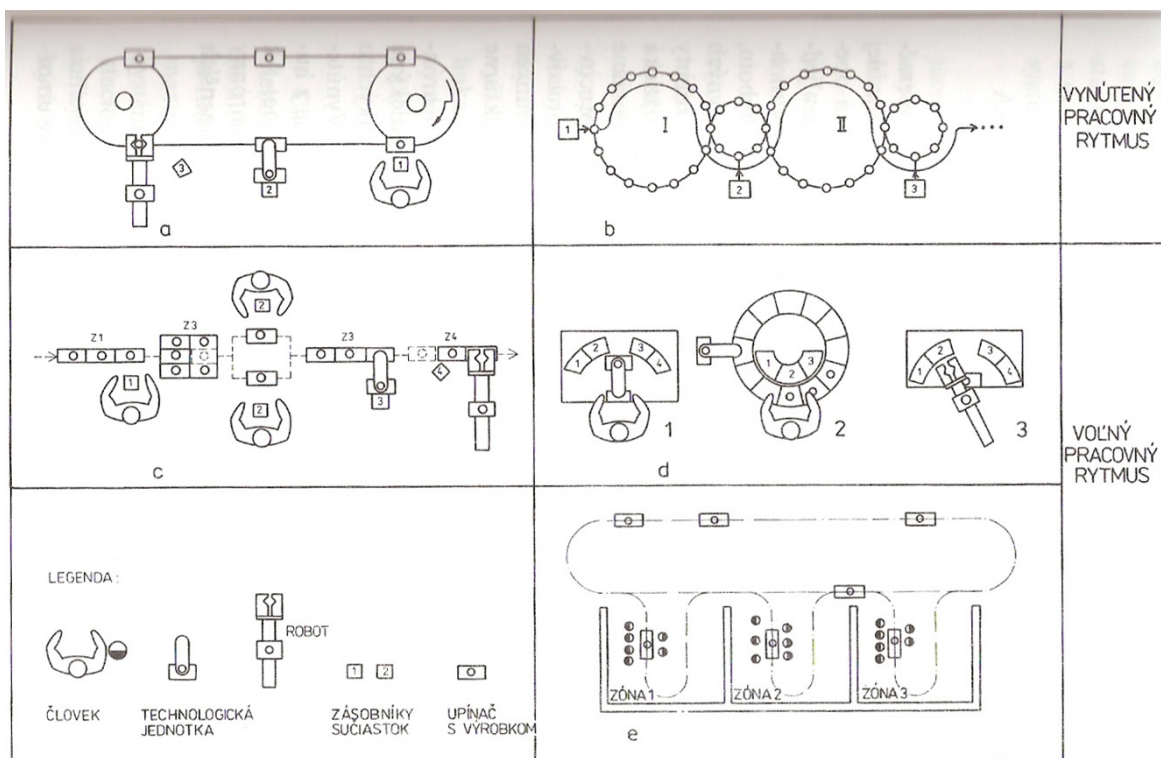
Tab. 2 – Konstrukční zásady dílů pro automatickou montáž [2]

Konstrukční zásada	Příklad	Poznámka
Posílení symetrie		vytvoření zápichu na obou stranách čepu ulehčí jeho orientaci
		rozdílné průměry otvorů a vzdálenosti od kraje ztěžují orientaci dílu
		nesymetrické uspořádání drážkování vzhledem k součásti ztěžuje její orientaci
Posílení asymetrie		posunutí dorazu od těžiště součásti zvyšuje pravděpodobnost a stabilitu zavěšení při manipulaci
		nesymetrický poloměr ulehčuje orientaci dílu
		vystřihnutí zářezu jako dodatečný orientační znak ulehčuje orientaci součásti
Využití těžiště		posunutí těžiště ulehčuje orientaci součásti
Vytvoření jednoznačné nosné plochy		zvýšení stability polohy
		zamezení vzpříčení v gravitačním skluzu
Zabránění vzájemného zaklínění součástí		zabránění vzniku shluků zahnutím konců a zajištěním poměru $a < d$
		zabránění vzájemného zasouvání zmenšením šířky výřezu, posun těžiště změnou tvaru dílu zlepší zavěšovací vlastnosti dílu
Ulehčení spojování zasouváním a vkládáním		opatření náběhových hran sražením a zaoblením
Zabránění nevhodné polohy součástí		zmenšení vůle v otvoru vzhledem k průměru šroubu

2.1 Přehled montážních systémů

Montážní systémy lze rozdělit do těchto základních skupin:

- Synchronní systémy – krokový (obr. 3a), rotorový (obr. 3b),
- Asynchronní systém (obr. 3c),
- Hnízdový systém (obr. 3d),
- Skupinový systém (obr. 3e).



Obr. 3 – Montážní systémy [5]

Synchronní systém

Charakteristickým znakem synchronního systému je mezioperační dopravník, který v pravidelném rytmu přesouvá výrobky od jedné montážní stanice ke druhé. Na každé montážní stanici se vykonává jedna montážní operace na výrobku nebo na několika výrobcích najednou uložených v jednom nosiči. Synchronní systém lze realizovat jako klasický montážní pás s plynulým nebo krokovým pohybem, dále jako částečně automatizovanou linku, kde na pracovních stanicích jsou lidé, automatické technologické jednotky nebo roboty. Další využití synchronního systému je u automatické rotorové linky, kde hlavním znakem je, že montážní operace se vykonávají při pohybu součásti tak, že na prvním rotoru se zakládá základní součástka a na dalších rotorech se přidávají postupně další díly. Dále lze vytvořit různé kombinace kinematických a strukturních variant synchronních linek a automatů. Nutný a pravidelný cyklus synchronního systému není z humánního hlediska vhodný pro člověka, proto se v synchronních systémech stále více uplatňuje automatizace montáže.

Asynchronní systém

Charakteristickým znakem asynchronního systému jsou meziperační zásoby součástí mezi stanicemi v systému. Tyto zásoby umožňují, že rytmus na stanicích nemusí být navzájem synchronizovaný. Tyto systémy lze aplikovat jako systémy s ruční prací na stanicích, systémy kde některé stanice jsou automatizované a některé mechanizované a systémy plně automatizované.

K výhodám asynchronních systémů patří:

- možnost meziperačních zásob, které člověku umožňují zaplnit výstupní zásobník a tím si může pracovník dát malou pauzu bez zastavení chodu linky.
- meziperační zásoby nám umožňují při výpadku jedné ze stanic pokračovat ještě určitý čas v chodu.
- lze vykonávat jeden druh operací na více stanicích současně. Tyto stanice mají společný vstupní zásobník a společný výstupní zásobník. Nevýhodou těchto linek jsou poměrně velké rozměry, vyšší cena a složitější řazení.

Hnízdový systém

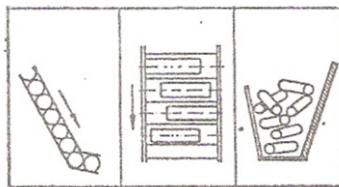
Charakteristickým znakem hnízdového systému je, že celý výrobek nebo montovaný celek se montuje na jediném místě (hnízdě) částečně a nebo úplně izolovaně od ostatních hnízd. Počet pracovníků, kteří pracují v hnízdě bývá většinou jeden a maximální počet jsou čtyři. Tento montážní systém se vyvinul z manuálního systému. Z tohoto zastaralého systému si hnízdový systém ponechal vysokou flexibilitu člověka, který má schopnost přizpůsobit se novým montážním úlohám. V hnízdovém systému lze vyrábět více typů výrobku najednou. Také zde lze montovat velmi složité výrobky kdy jejich montážní postup jde zapamatovat velmi těžko, v takovém případě naprogramované zařízení pracovníkovi ukazuje postup montáže. Součástky se dají montovat také způsobem, že se nejdříve provede první operace na celé soupravě a potom se provede druhá operace atd. Hlavní nevýhodou jsou vysoké náklady na vybavení jednotlivých hnízd.

Skupinový systém

Ve skupinovém systému je aplikován princip hnízdového systému na montáž větších výrobků, které nemůže smontovat jeden člověk na jednom místě. Tento systém se zejména uplatňuje při montáži automobilových motorů, automobilů samotných a dalších hromadně vyráběných výrobků. V tomto systému je zaškolená skupina pracovníků v izolované zóně, ve které se například montuje kompletní kabeláž automobilu. Každý člen této skupiny ovládá všechny montážní práce v této zóně. To umožňuje více variant dělby práce a střídání pracovníků u jednotlivých operací. Tím se odstraní monotónnost práce. V objektu se výrobky pohybují ve vozících na dopravníku. V praxi se tento systém montáže vyzkoušel v automobilovém průmyslu a také se v něm hojně používá. Například ve švédské firmě VOLVO se zavedením tohoto systému dosáhlo o 40 % kratší doby montáže.

2.2 Druhy zásobníků

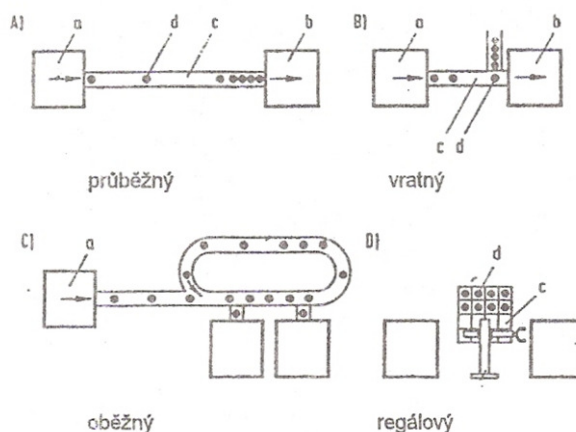
Hlavní úlohou zásobníků je především skladování, tj. vytvoření určité zásoby součástí při jejich výrobě a montáži. Ze zásob se vyrovnávají změny v množství součástí plynoucí z proměnlivé rychlosti odebrání součástí. Součásti v nich mohou být buď plně či částečně uspořádány nebo neuspořádány. Schémata několika druhů zásobníků jsou na obr. 4.



Obr. 4 – Schémata zásobníků s úplným a částečným uspořádáním nebo bez něj [2]

Umístění zásobníku v procesu montáže je rozděluje na zásobníky *vstupní* a *výstupní*. Vstupní zásobník je naplňován buď najednou nebo je doplňován v průběhu montáže podle potřeby většinou v pravidelných časových intervalech. Odebírání součástí je automatické nebo ruční. Výstupní zásobník se ve výrobním taktu postupně plní a v určitých intervalech nebo najednou se vyprazdňuje. Kromě těchto krajních druhů se zásobníky zařazují i do montážního toku. Tyto zásobníky nazýváme *vyrovnávací*. Mají za úkol vyrovnávat rozdílnou výkonnost souvisejících výrobních nebo montážních pracovišť. Na obr. 5 jsou znázorněny čtyři základní druhy vyrovnávacích zásobníků. *Průběžný* zásobník plní další

úlohu jako dopravník. *Vratný* zásobník umožňuje zkrátit vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti a bývá v činnosti pouze dočasně. *Oběžný* zásobník se používá především tam, kde je potřeba zásobovat více pracovišť. *Regálový* zásobník umožňuje ukládání tvarově různých součástí, avšak je nutná obsluha např. robotem.



Obr. 5 – Druhy vyrovnávacích zásobníků [2]

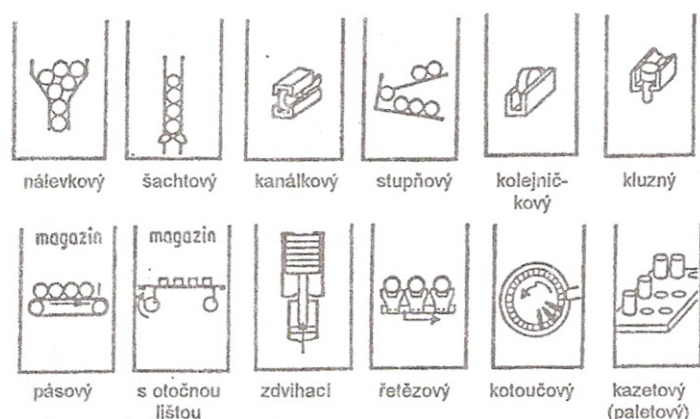
Zásobníky bez uspořádání součástí mají jednoduchou konstrukci a jsou zařazovány především jako vstupní. Několik typů zásobníků bez uspořádání je na obr. 6. Při ruční montáži se tyto zásobníky plní i vyprazdňují ručně, v automatizované montáži je ruční práce nahrazena vynášecím zařízením. Výhodou těchto zásobníků je relativní prostorová nenáročnost, nevýhodou u náchylných součástí bývá nebezpečí poškození.



Obr. 6 – Zásobníky bez uspořádání součástí doplněné vynášecími zařízeními [2]

Zásobníky s uspořádáním součástí jsou složitější konstrukce, obvykle specifického tvaru součástí. Nejčastěji se zařazují mezi jednotlivá montážní pracoviště. Několik typů zásobníků s uspořádáním je na obr. 7. Tyto zásobníky lze rozdělit ještě na dva základní typy, a to na typ s pohybující se součástí a na typ s nepohybující se součástí. První druh se používá zejména jako vyrovnávací zásobník. Zásobníky s uspořádanými součástmi

ulehčují v následném kroku jejich orientování a snižují riziko poškození náchylných součástí.



Obr. 7 – Zásobníky s uspořádanými součástmi [2]

Výběr optimálního zásobníku pro konkrétní druh montáže probíhá obvykle ve čtyřech krocích. Nejprve se musí jednoznačně specifikovat užití zařízení, tj. především z hlediska materiálového toku při montáži a případného vytváření zásob součástí. Přitom se musí brát zřetel na vlastnosti součástí, na její tvar, hmotnost a náchylnost na poškození. Výběr zásobníku je také dán typem zásobovaného pracoviště, např. podle požadované orientace součástí. Vliv na výběr zásobníku má také délka taktu montáže, velikost dávky a počet variant součástí.

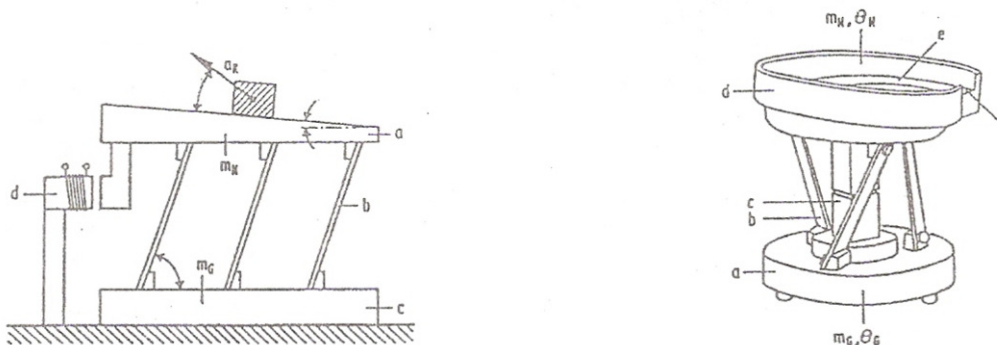
V dalším kroku se navrhuje koncepce zásobníku, a to především z hlediska jeho dalších požadovaných funkcí. K tomu se využijí znalosti o vlastnostech a typu součástí. Přitom se zvažují různé možnosti připojení k montážnímu pracovišti vzhledem k přístupnosti při údržbě.

V dalším kroku se navrhuje velikost zásobníku. Zde se hodnotí především spolehlivost, tj. výkon podávání podle potřeby. Také se zvažuje univerzálnost a vyměnitelnost zásobníku vzhledem k různým variantám součástí.

Posledním krokem je výběr zásobníku z ekonomického hlediska, tj. pořizovací cena, provozní náklady atd. Lze vybírat i podle zkušeností s jednotlivými druhy zásobníků.

2.3 Orientování dílců

V automatizované a mechanizované montáži se velmi často orientování součástí řadí do výstupních částí vibračních zásobníků a dopravníků viz obr. 8. Pohon těchto zásobníků způsobuje kmitavý pohyb dopravní dráhy a tím posouvání součástí na ní ležících v požadovaném směru.



Obr. 8 – Vibrační zásobníky, lineární vlevo, se šroubovicí vpravo [2]

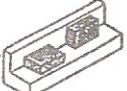


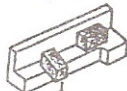
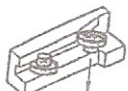

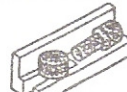

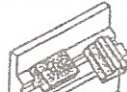
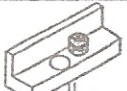
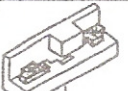




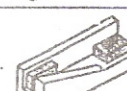
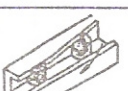

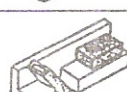
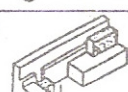
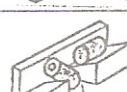
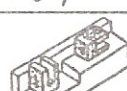

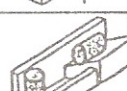
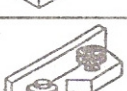
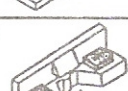

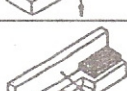

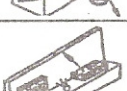
Výhodou těchto zásobníků jsou nízké pořizovací a provozní náklady. Jsou také velmi funkčně spolehlivé. Nevýhodou je kmitání všech součástí, tedy i těch, které jsou pouze v násypce. V konstrukčně lépe řešených zásobnících je tato nevýhoda vyřešena tak, že je oddělena násypka od vibrující části.

Součástí těchto vibračních dopravníků a zásobníků jsou i různé elementy, které jsou umístěny na dopravní dráze a slouží k orientaci součástí. Skládají se z různých propadů a drážek, které orientují součásti do požadované polohy. Různé druhy těchto elementů je v tab. 3. K orientování se využívá zemské gravitace, polohy těžiště a tvaru součástí. Rozlišují se dva principy orientování *aktivní* a *pasivní*. V tab. 3 jsou označeny v levém horním rohu písmeny A – *aktivní* a P – *pasivní*. Při *aktivní* orientaci se součásti s nežádoucí polohou převrátí do žádoucí, při *pasivní* orientaci se z proudu součástí vyřazují součásti s nežádoucí orientací zpět do násypky zásobníku. Mezi nevýhody vibračních zásobníků patří hluk, který obtěžuje okolí. Další nevýhodou je problém s předáváním součástí z vibrující dráhy zásobníku na další zařízení, např. dopravník. Mezi vibrující dráhou a dopravníkem musí být nechána mezera umožňující vibrace dráhy.

Některé součásti jako jsou např. pružiny, pérka, pojistné kroužky atd. mají snahu vytvářet shluky a vzájemně se zaklíňovat, což způsobuje potíže. S takovými shluky se velmi obtížně manipuluje. K odstranění těchto shluků se do procesu montáže zařazují

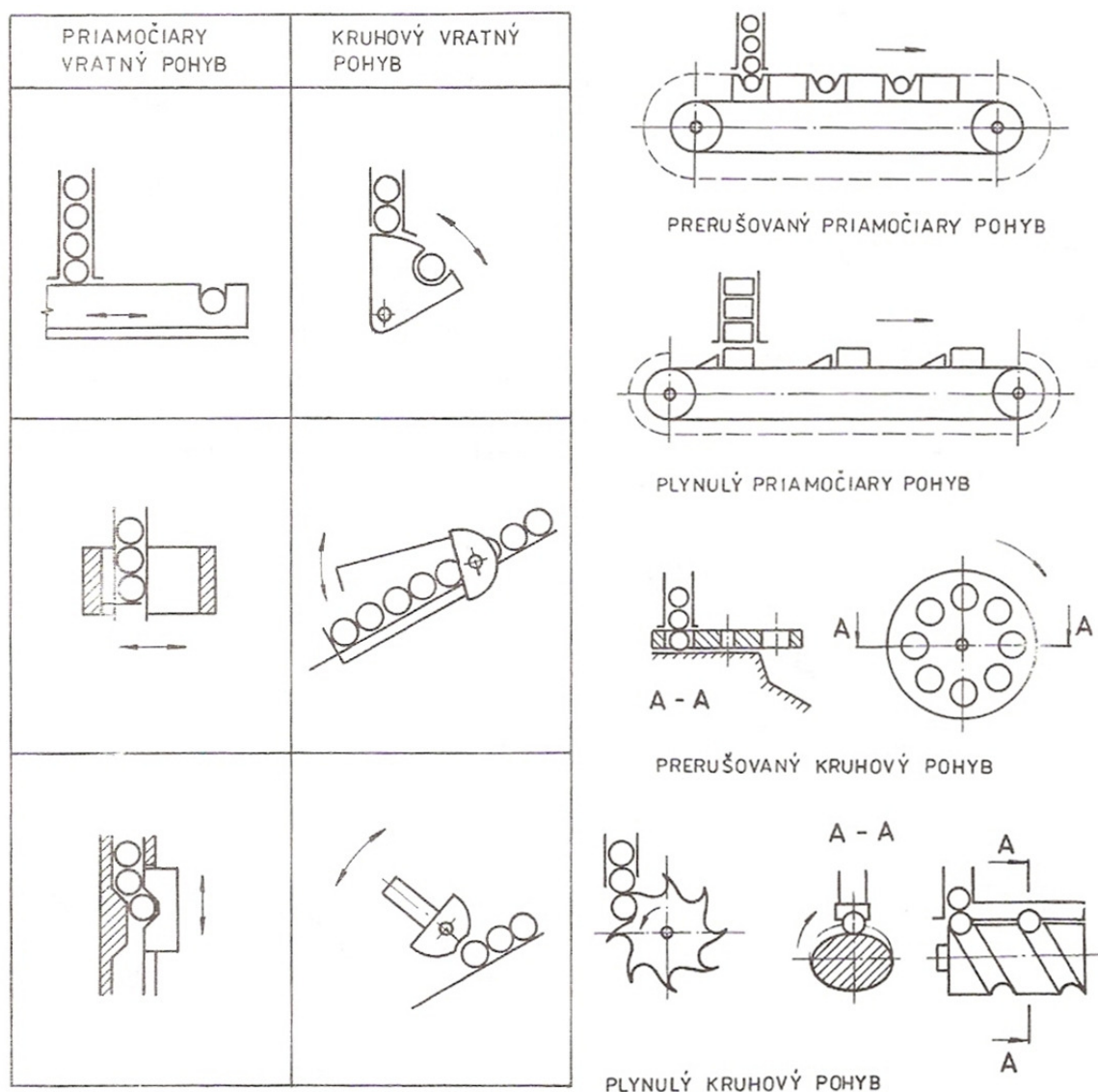
zařízení, které je uvolňují. K uvolňování shluků se používá, např. stlačený vzduch, vibrační kartáče a magnetické pole.

Tab. 3 – Druhy elementů pro orientování součástí v dopravnících a zásobnících. Směr pohybu součástí je zprava do leva [2]

Hlavní dráha	plochá	plochá s výstupkem ve stěně	jiný profil
Vedlejší dráha			
s nemodifikovaným povrchem		P 	P 
zúžená	P 	P 	P 
se zářezem nebo s profilem	A 	P 	P 
se šablonou nebo s profilem	P 	P 	P 
s kolejničkou	P 	P 	P 
se vzpřimovačem nebo hranovou vodič lištou	A 	A 	P 
s propadem	A 	A 	A 
se stupínkem	A 	A 	A 
s vybráním	P 	P 	P 
jiný tvar	A 	A vzduchová tryska 	A vzduchová tryska 

2.4 Oddělovače dílců

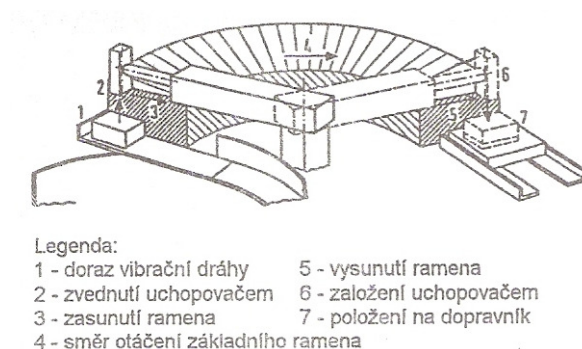
Oddělovací zařízení má za úkol přivést pouze určitý počet součástek či určité množství montážního materiálu na místo montáže. Existuje velmi mnoho způsobů realizace viz obr. 9. Změnu polohy součástí při oddělování lze realizovat translačním pohybem nebo spojením rotačního a translačního pohybu. Při nedostatečném přizpůsobení součásti automatické montáži může oddělování způsobovat velké problémy. Pohyb součásti může být samovolný nebo vynucený. Při samovolném pohybu pohyb zajišťuje hmotnost součásti s využitím gravitace. Jedná se především o volný pád, klouzání a odvalování. Při využití gravitační síly a jednoduchých vedení jsou nároky na konstrukční provedení menší než při pohybu v přesném vedení.



Obr. 9 – Oddělovače s vratným pohybem (vlevo), s nevratným pohybem (vpravo) [5]

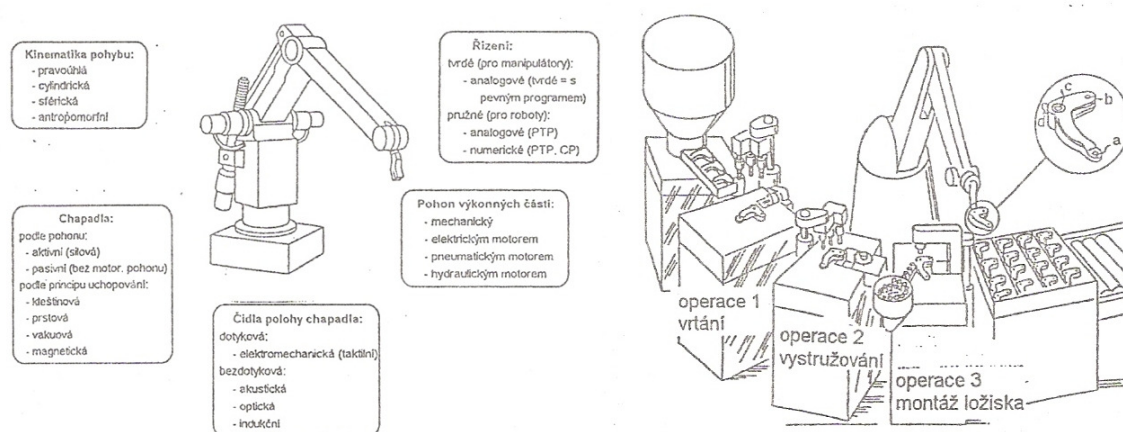
2.5 Zakladače a roboty

Zakladače jsou jednoúčelová zařízení sloužící k odebrání součástí z pozic na dopravníku, k jejich přenášení a zakládání do montážní pozice. Jsou to obvykle jednoduché stavebnicové zařízení. Stavebnicové jsou proto, že umožňují sestavení různých variant. Hlavní částí zakladače je vždy pohon, např. pneumatické válce. Pneumatiky se také využívá u dalších částí jako je přenášecí mechanismus a úchopná hlavice. Na obr. 10 je znázorněn jednoduchý zakladač, který odebírá součásti z výstupu zásobníku a ukládá je na montážní celek pohybující se na dopravníku.



Obr. 10 – Otočný kyvadlový zakladač s posuvným ramenem a úchopnou hlavicí [2]

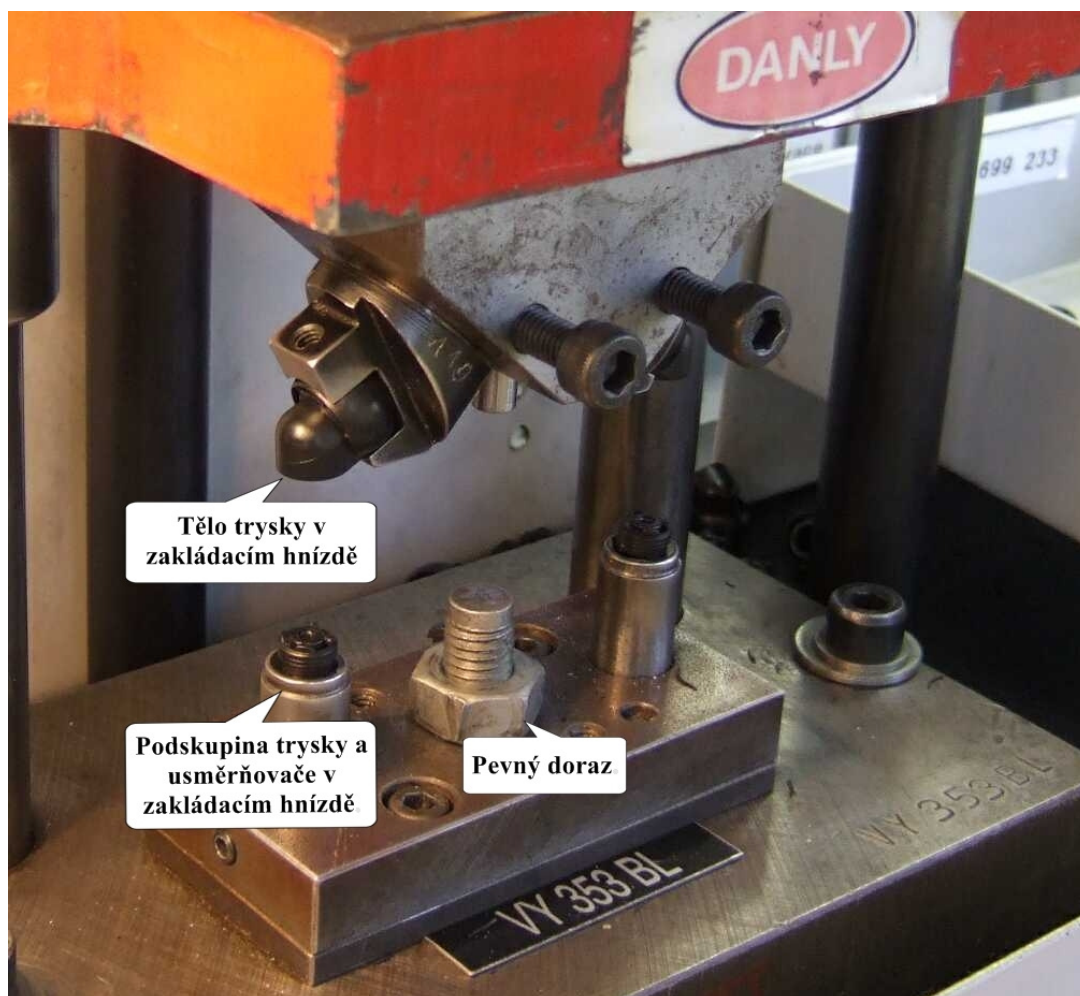
Roboty jsou v montáži velmi důležitým prostředkem k pružné automatizaci manipulace se součástmi a montážními celky v návaznosti na další montážní operace. V podstatě plní funkci předešlých zakladačů, avšak roboty lze velmi rychle přeprogramovat tudíž jsou univerzálnější v použití. S rostoucí univerzálností však klesá jejich produktivita. Roboty jsou vhodné především v případech, kdy navazující montážní operace trvá déle. Není to však jediné kritérium pro použití robotů. Na obr. 11 je popsán robot se svými částmi a je uveden příklad použití.



Obr. 11 – Popis částí robota (vlevo) a jeho použití v montážní buňce (vpravo) [2]

3 Rozbor stávajícího postupu montáže

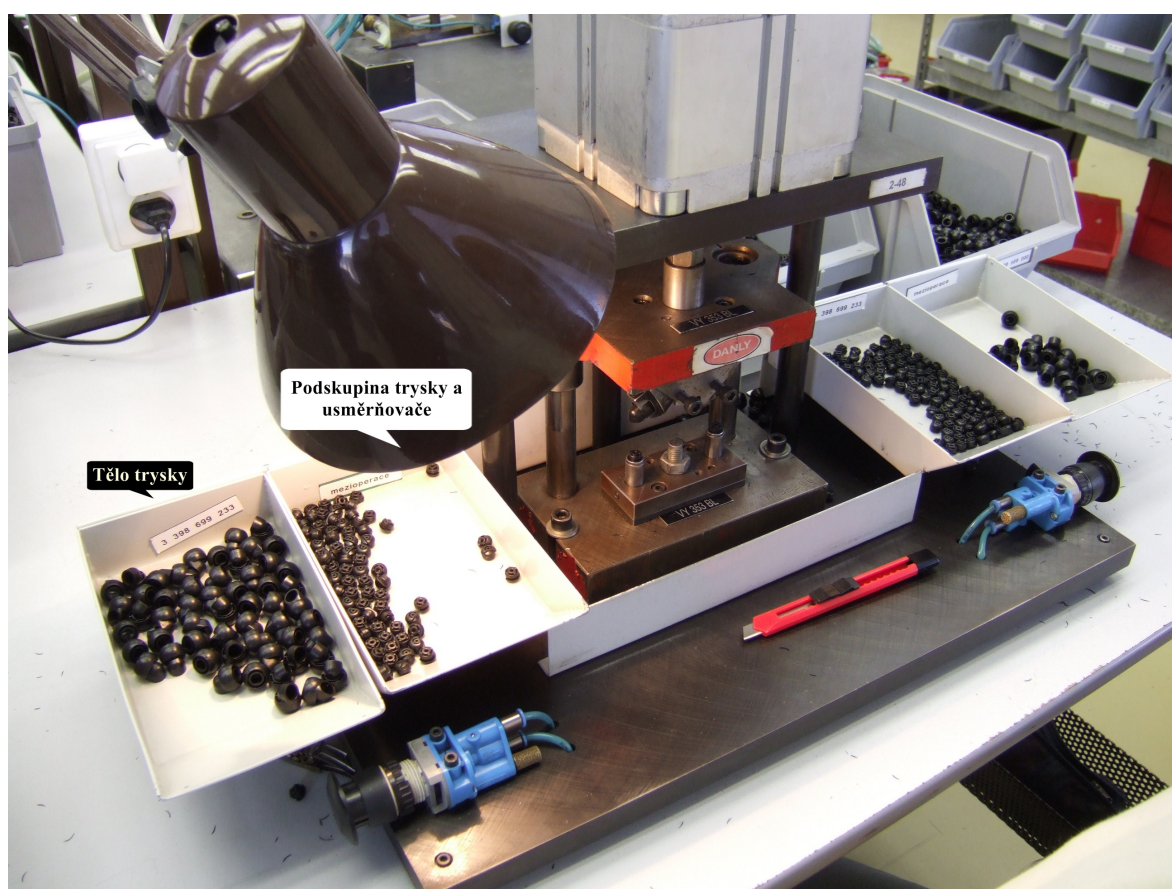
Návrh montážní linky vychází ze současného postupu montáže ostřikovačů. Firma TNS Servis s. r. o. provádí montáž ostřikovačů na pneumatickém lise, a to 2 kusy současně viz obr. 12. Na obrázku jsou znázorněné založené součásti v základacích hnízdech. Ve spodní části je vyobrazena již složená podskupina skládající se z *trysky a usměrňovače*, tato podskupina se skládá na ručním pracovišti v montážním přípravku. Pro sestavení této podskupiny je nutné vyvinout sílu 20 N. Ve druhém základacím hnízdě je založeno *tělo trysky*. Po slisování se součást z tohoto základacího hnízda vyjme. Montážní přípravek je zhotoven ze stojánku s vodícími sloupky od firmy Danly – www.danly.cz. Další díly jako základací hnízda, pevný doraz atd. si vyrobila firma TNS Servis s. r. o. sama ve své nástrojárně. Celková doba montáže na dva díly je přibližně 20 sekund. Denní produkce při osmihodinovém dvousměnném provozu je 5 000 kusů. Roční produkce je tedy cca 1 000 000 kusů. Montáží je zaměstnáno 6 pracovníků. Dva pracovníci střídavě obsluhují lis a čtyři pracovníci střídavě montují podskupinu trysky a usměrňovače na ručním pracovišti.



Obr. 12 – Současný způsob montáže trysek

3.1 Popis lisu

K lisování ostříkovačů se používá ve firmě TNS Servis s.r.o. ručně ovládaný pneumatický lis viz obr. 13. Tento lis je vertikální a průměr pneumatického lisovacího válce je 100 mm. Lis se ovládá dvěma tlačítky z důvodu bezpečnosti. Na lise je šrouby pevně připevněn stojánek s montážním přípravkem a vodícími sloupky. Na každé straně lisu jsou dva boxy, v prvním jsou dílce *těla trysky* a ve druhém je již smontovaná podskupina *trysky a usměrňovače*. Pro snadnější vyjmutí výrobků ze základacího hnízda se používá ulamovací nůž. Hotové výrobky se vkládají do boxů, které je možno shlédnout za lisem. Jejich kapacita je 2500 kusů. Přisvětlení pracoviště zajišťuje lampa.



Obr. 13 – Pneumatický lis používaný při montáži

3.2 Fotodokumentace dílců

V následující části bude uvedena fotodokumentace jednotlivých dílců a poté bude následovat ukázka postupného kompletování. Bude uveden i příklad použití ostřikovačů tohoto typu. Na obr. 14 je vyobrazena *tryska*, tento díl bude zakládán do montážního přípravku jako první. K tomuto dílu bude na ručním pracovišti přidán *usměrňovač* viz obr. 15. V prvním stupni montáže nám tedy vznikne podskupina *trysky a usměrňovače* viz obr. 16. Tato podskupina bude založena do spodního zakládacího hnízda v montážním přípravku na lise. Na obr. 17 je *tělo trysky*, které bude zakládáno do horního hnízda.



Obr. 14 – Tryska



Obr. 15 - Usměrňovač



Obr. 16 – Podskupina trysky a usměrňovače



Obr. 17 – Tělo trysky

Po spuštění lisu necháme zajet až na pevný doraz. Jakmile lis vyjede nahoru pak je možno vyjmout hotovou součást z horního zakládacího hnízda. Následně se provádí vizuální kontrola *kompletního ostříkovače*. Hotové výrobky viz obr. 18 se vkládají do šedých přepravek s kapacitou 2500 kusů.



Obr.18 – Kompletní ostříkovač

3.3 Použití ostříkovačů

Tyto lisované ostříkovače se dále upevňují do nosičů a používají se k ostříkování předních světlometů automobilů. Na následujícím obrázku obr. 19 je pro lepší představu příklad použití podobného typu ostříkovačů. Jedná se o ostříkovače předních světlometů u automobilu Škoda Felicie.



Obr. 19 – Příklad použití podobného typu ostříkovačů

3.4 Firma TNS Servis s. r. o.

Zadavatelem poptávky návrhu automatizované montážní linky trysek ostřikovačů je firma TNS Servis s. r. o. se sídlem ve Slušovicích. Kontakt na adrese: www.tnsservis.cz. Tato firma v současnosti výrobu zaměřuje především na automobilový průmysl a z důvodů plánovaného zvýšení objemu výroby poptává automatizovanou montážní linku trysek ostřikovačů předních světlometů. [10]

Pro automobilový průmysl firma vyrábí a montuje:

- ostřikovače světlometů automobilů,
- držáky uhlíků pro malé elektromotory v automobilech,
- zadní plastové stěrače pro osobní automobily.



Obr. 20 – Ostřikovače světlometů automobilů [11]

4 Návrh výrobní linky

V následující části bakalářské práce bude řešen návrh automatizované montážní linky ostřikovačů předních světlometů automobilů, které vyrábí a montuje firma TNS Servis s. r. o. V této firmě se montáž provádí na pneumatickém lise, a to dva výrobky současně, což není moc efektivní, a proto firma TNS Servis s. r. o. zadala poptávku firmě Lux s. r. o. na návrh automatizovaného montážního stroje.

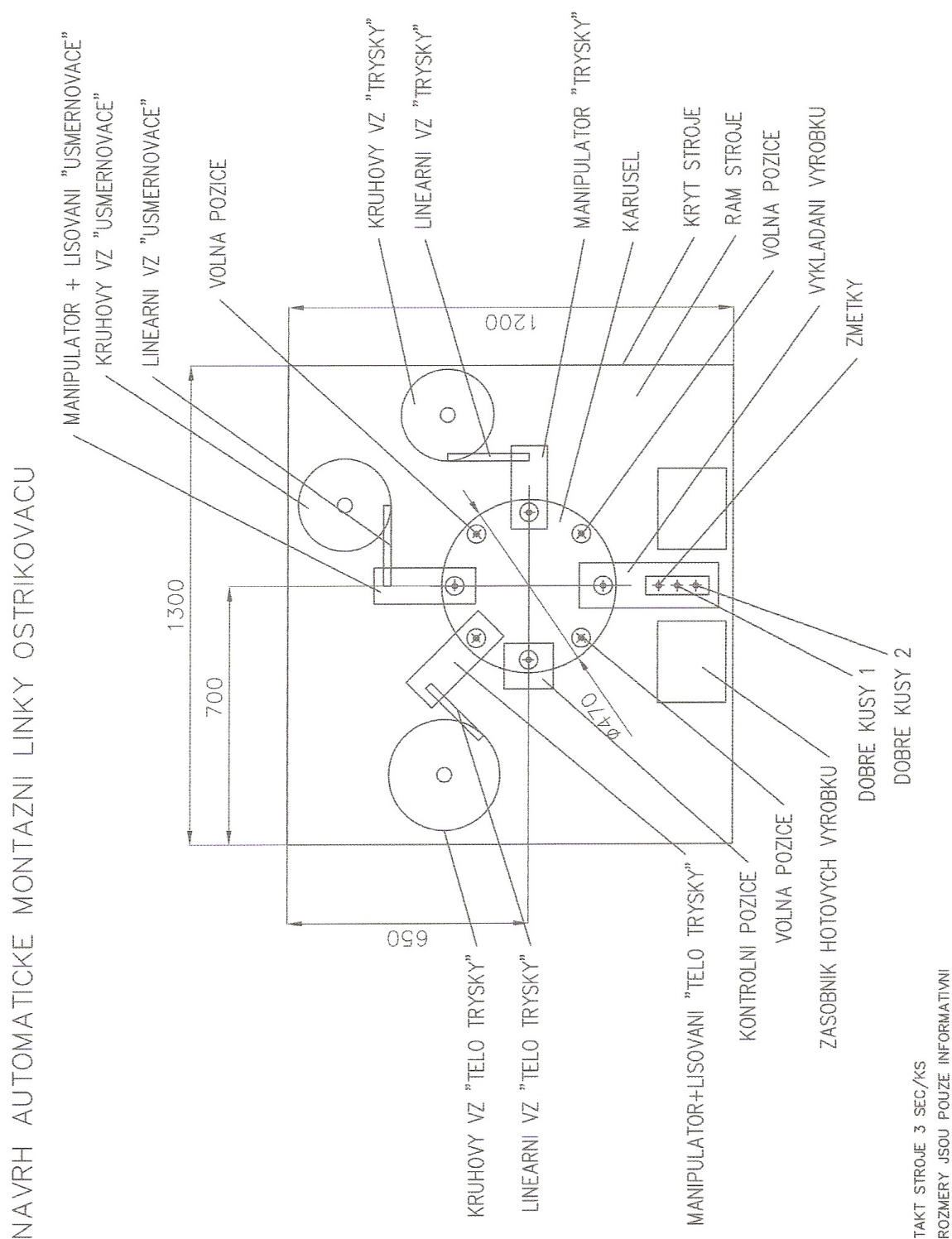
4.1 Zadání firmy TNS Servis s. r. o.

Firma TNS Servis s. r. o. poptává plně automatický montážní stroj pro montáž ostřikovačů světlometů automobilů. Předpokládaný roční objem produkce je 1,5 – 2 mil. kusů. Dnes se lisuje na ručním hydraulickém lise v montážním přípravku s vodícími sloupky dva výrobky současně viz obr. 12. K lisování se používá lisovací válec o průměru 100 mm. Návrh linky předpokládá s automatickou orientací dílců. Lisovací proces bude probíhat na pevně nastavený mechanický doraz. Kontrola lisovacího procesu např. tenzometry se nepředpokládá. Předpokládá se pouze kontrola přítomnosti všech komponent. Dílce jsou po montáži ukládány do šedých plastových krabiček s kapacitou 2500 kusů. K tomuto výrobku byl poskytnut 3D model součásti a byly předány vzorky.

4.2 Popis návrhu automatizované linky

Návrh plně automatizované linky pro montáž ostřikovačů automobilů je schématicky popsán na obr. 21. Pro konstrukci linky jsem zvolil elektromechanický otočný polohovací stůl (karusel), který bude umístěn na ocelové desce. Volba karuselu je popsána níže. Karusel bude dělen celkem na osm poloh z důvodu dostatečného prostoru u jednotlivých montážních stanic. Kostra linky bude svařena z ocelových profilů. Bezpečnostní kryt bude zhotoven z hliníkových profilů s elektrickým blokováním. Zakládací pozice na karuselu budou uzpůsobeny pro zakládání výrobků. Zakládací hnízda (obr. 22) budou pro kompletní díl. Průběh montážního postupu je na obr. 23a, b, c. Dílce budou orientovány již v kruhových vibračních zásobnících a budou dále postupovat po lineárních vibračních zásobnících k manipulátorům. Na výstupu ze stroje budou skluzy, po kterých budou klouzat hotové výrobky či zmetky do připravených zásobníků. Po dosažení

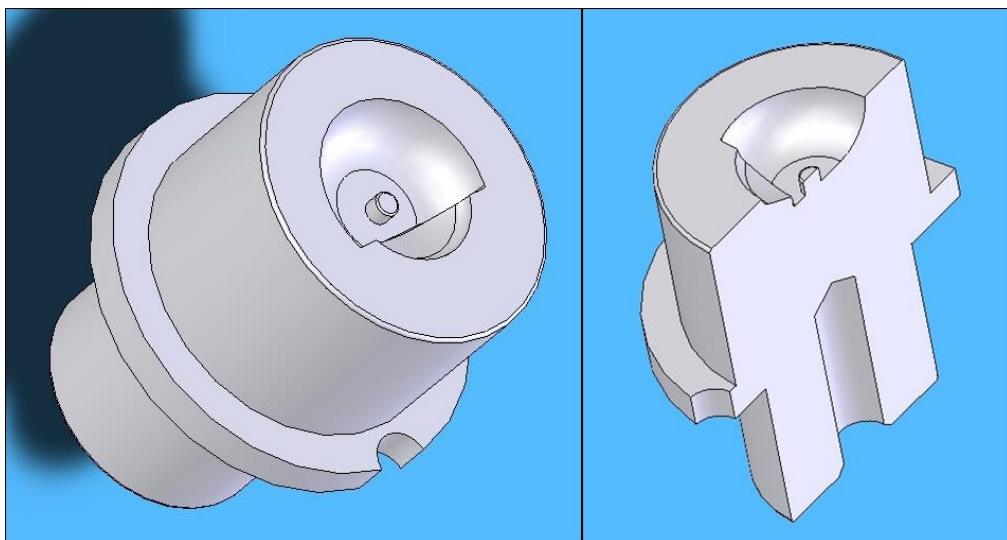
požadovaného počtu kusů v zásobníku, stroj začne automaticky plnit další zásobník. Zmetkové výrobky budou ukládány do boxu na zmetky.



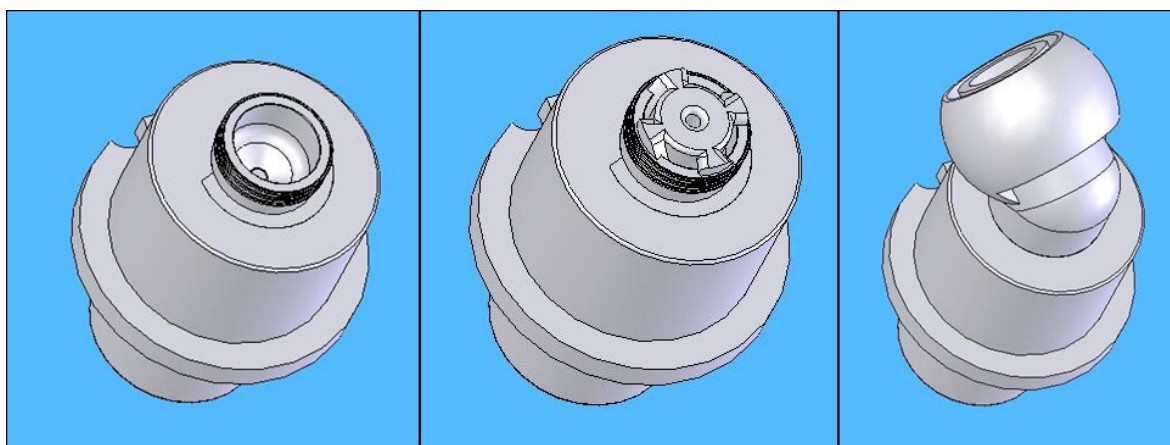
Obr. 21 – Schéma automatizované linky

Obsluhu linky bude provádět jeden pracovník, jehož náplní práce bude doplňování kruhových vibračních zásobníků, výměna plných boxů a sledování jednotlivých

provozních stavů na ovládacím panelu. Plnění vibračních zásobníků (dále jen VZ) a výměna boxů bude probíhat za provozu stroje skrze kryt. Předpokládaná zásoba součástí ve VZ je na ½ hod provozu stroje. Při montáži bude prováděna kontrola na přítomnost všech dílců. Lisovací proces bude kontrolován pouze čidly na pneumatických válcích, že dojely do koncových poloh. Velikost lisovací síly se měřit nebude. Zkoušky funkčnosti ostřikovačů se budou provádět na dalším pracovišti.



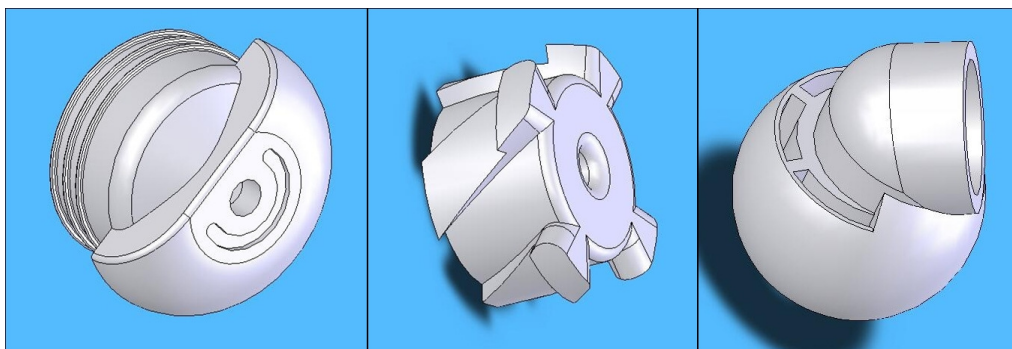
Obr. 22 – Zakládací hnízdo



Obr. 23a – 1.stupeň montáže Obr. 23b – 2. stupeň montáže Obr. 23c – 3. stupeň montáže

První poloha linky, ve které se bude zakládat *tryska* (obr. 24a) bude popsána detailně. Popis bude obsahovat volby vibračních zásobníků, kde orientace *trysky* v dolní části kruhového zásobníku je na obr. 25 a orientace *trysky* v horní části kruhového vibračního zásobníku na obr. 26. Volbu oddělovače jednotlivých dílů a manipulátoru pro zakládání *trysky* do zakládacího hnízda (obr. 23a). Na druhé poloze linky je volná pozice, z důvodu lepší přístupnosti k jednotlivým montážním pozicím. Ve třetí poloze se do *trysky* přidá

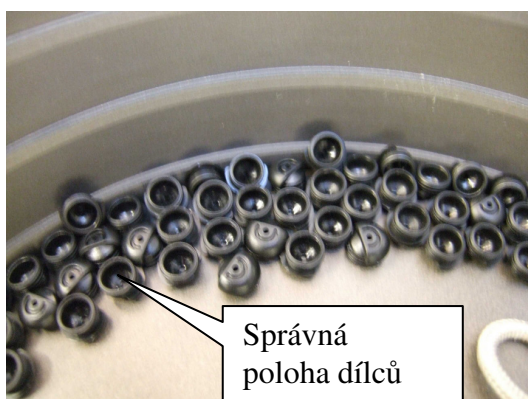
usměřovač (obr. 24b) a zároveň se provede kontrola přítomnosti *usměřovače*. Vznikne nám tak podskupina, která je na obr. 23b. Ve čtvrté poloze se nalisuje k této podskupině *tělo trysky* (obr. 24c). Tímto nám vznikne *kompletní ostříkovač* viz obr. 27. Pátá poloha na karuselu je kontrolní pozice. Zde se bude kontrolovat přítomnost všech dílců. Šestá poloha na karuselu je volná pozice. Na sedmé poloze karuselu je vykládání výrobků. K dispozici jsou dva boxy s kapacitou 2500 kusů pro dobré výrobky a jeden box na zmetky. Osmá poloha je opět volná.



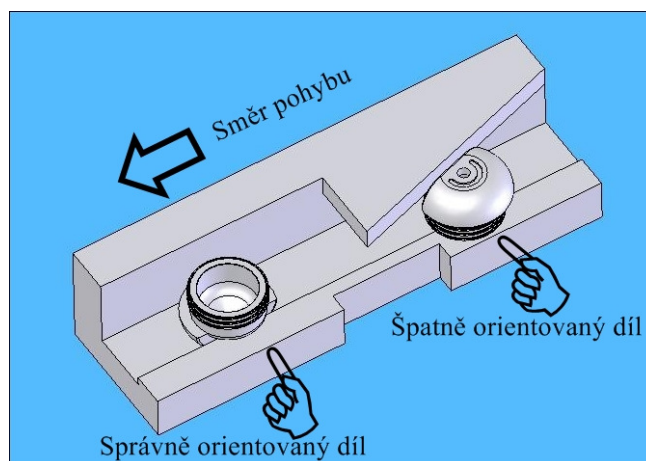
Obr. 24a – Tryska

Obr. 24b – Usměřovač

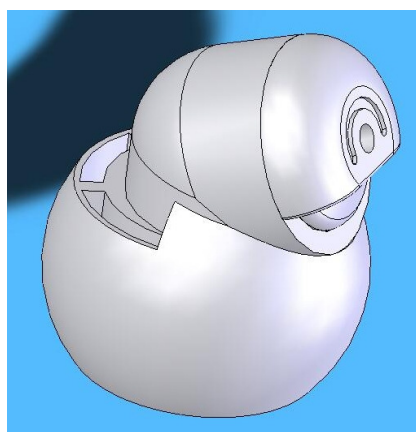
Obr. 24c – Tělo trysky



Obr. 25 – Dílce v dolní části VZ



Obr. 26 – Orientování trysek v horní části VZ



Obr. 27 – Kompletní ostříkovač

4.3 Volba komponent 1. polohy stroje

Volba karuselu

Při volbě karuselu je rozhodující velikost jeho zatížení, které nám určí dobu kroku karuselu a jeho velikost. Zvolený přídavný talíř o průměru 470 mm je zhotoven z hliníkové slitiny o tloušťce 20 mm s povrchovou úpravou. Zakládací hnízdo je zhotoveno z nástrojové oceli. 3D model karuselu TC 120G je na obr. 30.

Výpočet momentu setrvačnosti (4) vychází z velikosti objemu (1) a hmotnosti (3) přídavného talíře viz obr. 28:

Objem přídavného talíře: (1)

$$V_a = 3416,2 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{zjištěn pomocí programu SolidWorks 2006}$$

Hustota materiálu přídavného talíře: (2)

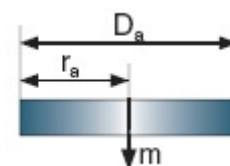
$$\rho_1 = 2,7 \text{ g / cm}^3$$

Hmotnost přídavného talíře: (3)

$$m_a = V_a \cdot \rho_1 = 3416,2 \cdot 2,7 = \underline{\underline{9224 \text{ g}}} \Rightarrow \underline{\underline{9,224 \text{ kg}}}$$

Moment setrvačnosti: (4)

$$J_1 = 0,5 \cdot r_a^2 \cdot m_a = 0,5 \cdot 0,235^2 \cdot 9,224 = \underline{\underline{0,255 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}}$$



Obr. 28 [12]

kde:

r_a = poloměr talíře [m]

m_a = hmotnost talíře [kg]

D_a = průměr talíře [m]

Moment setrvačnosti dílčího zatížení (8) vychází z poloměru těžiště zakládacího hnízda, jeho velikosti objemu (5) a hmotnosti (7) a počtu hnízd viz obr. 29:

Objem zakládacího přípravku: (5)

$$V_e = 4,68 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{zjištěn pomocí programu SolidWorks 2006}$$

Hustota materiálu zakládacího přípravku: (6)

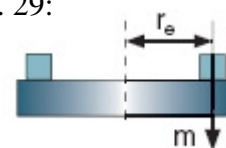
$$\rho_2 = 7,87 \text{ g / cm}^3$$

Hmotnost zakládacího přípravku: (7)

$$m_e = V_e \cdot \rho = 4,68 \cdot 7,87 = \underline{\underline{36,8 \text{ g}}} \Rightarrow \underline{\underline{0,037 \text{ kg}}}$$

Moment setrvačnosti dílčího zatížení: (8)

$$J_2 = 1,1 \cdot r_e^2 \cdot m_e \cdot n = 1,1 \cdot 0,22^2 \cdot 0,037 \cdot 8 = \underline{\underline{0,016 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}}$$



Obr. 29 [12]

kde:

r_e = poloměr těžiště [m]

m_e = hmot. hnízda [kg]

n = počet hnízd

Celkové zatížení karuselu: (9)

$$J_c = J_1 + J_2 = 0,255 + 0,012 = \underline{\underline{0,271 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}}$$

Výpočty jsou čerpány z přílohy A, list 4.

Podle celkového zatížení J_c (9) volím karusel TC 120G, který **vyhovuje** požadavkům zatížení. V tabulce zatížení přílohy A list 3 vyhledáme velikost časového přesunutí karuselu do další polohy. K hodnotě je nutné připočíst 80 – 130 ms, a to z důvodu prodlev. Významnou část těchto ztrát tvoří čas elektrického zpracování signálu, vstupní filtry, mrtvé mechanické časy motoru a také nastavení startovací pozice. V příloze A je také náčrt s rozměry a parametry karuselu.

Dále je třeba určit takt stroje (11). Budeme vycházet z počtu pracovních dní v roce 2010 a také z toho, že stroj bude pracovat 8 hodin denně. Předpokládané využití efektivního časového fondu stroje je 80 % (10). Rezerva 20 % je z důvodu seřizování a údržby stroje během pracovní doby.

kde:

80% časový fond stroje: (10)

P_{d2010} = počet prac. dní

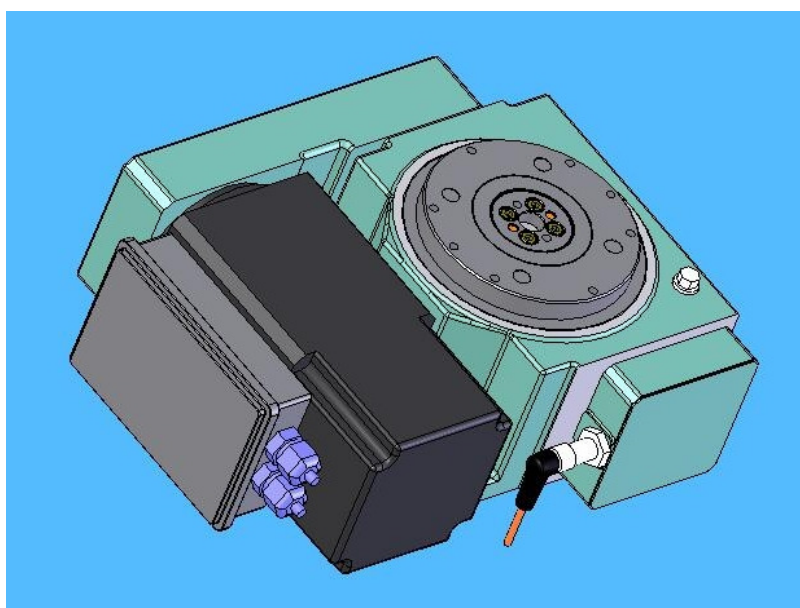
$$F_{sk} = P_{d2010} \cdot D_s \cdot 0,8 = 253 \cdot 8 \cdot 0,8 = \underline{\underline{1619,2h}}$$

D_s = délka prac. směny

Takt stroje: (11)

N = roční objem výroby

$$T = \frac{3600 \cdot F_{sk}}{N} = \frac{3600 \cdot 1619,2}{2000000} = \underline{\underline{2,91s}} \Rightarrow \text{volím pro lepší výpočet } T = 3s.$$

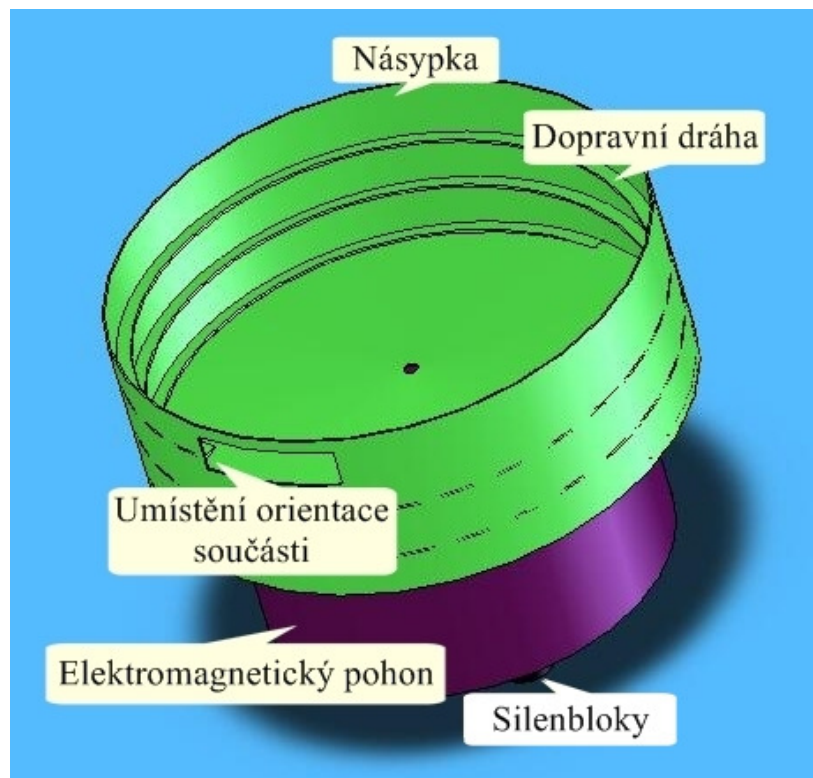


Obr. 30 – Karusel TC 120G

Volba vibračních zásobníků

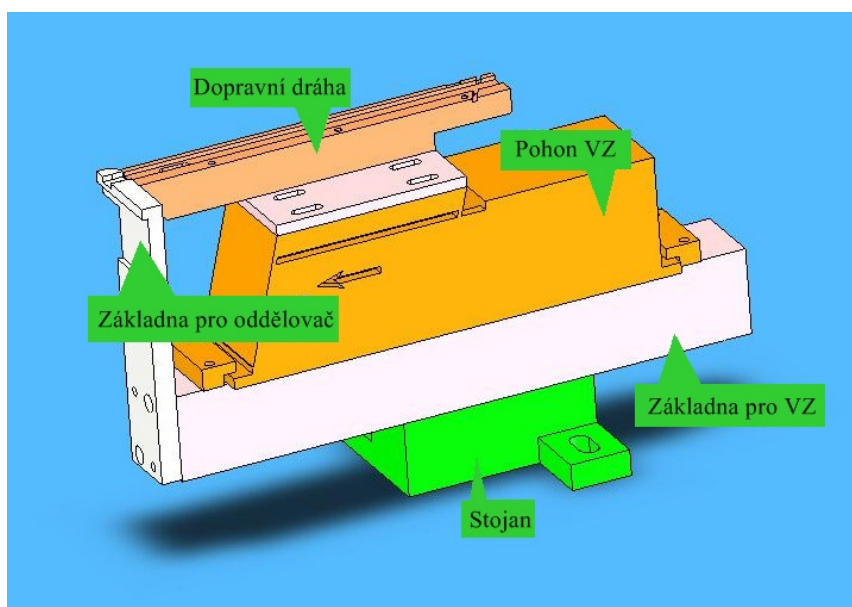
Vibrační zásobníky slouží k orientování a dopravení dílců k oddělovačům kde je převezme manipulátor a založí je do zakládacího hnízda. V případě návrhu linky budou použity dva typy vibračních zásobníků, a to kruhový a lineární. Při volbě vibračního zásobníku jsou důležitými faktory: potřebné dodávané množství (ks/min), materiál a velikost podávaného dílu, kapacita zásobníku.

Kruhový vibrační zásobník se skládá z dopravní dráhy, systému odpružení, elektromagnetického pohonu a násypky, která je upnuta středovým šroubem. Násypka může být kuželová či válcová. Dále lze přidat i protihlukový kryt. Na obr. 31 je zobrazen navržený kruhový VZ s popisem jednotlivých částí. Jako vibrační pohon kruhového VZ jsem dle přílohy B, list 1 zvolil VZ/C – 200 P jeho popis a parametry jsou v příloze. Na tento pohon lze umístit válcovou násypku zvolenou podle potřebné velikosti kapacity zásobníku. Dle přílohy B, list 2 jsem zvolil válcovou násypku s označením NV 250 P-1 B její parametry jsou v příloze. Na výstupu VZ je umístěno orientování součástí viz obr. 26. Kapacita zásobníku by měla podle odhadu vycházet na 1/2 hodinový provoz stroje což je při taktu $3 \text{ kus} \cdot \text{s}^{-1}$ 600 kusů ostříkovačů. Dodávané potřebné množství je $20 \text{ kusů} \cdot \text{min}^{-1}$ což odpovídá rychlosti $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obr. 31 – Zvolený kruhový VZ/C 200 P

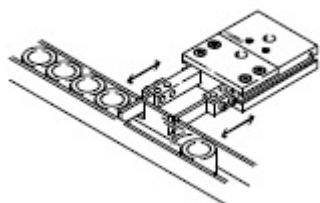
Lineární vibrační zásobník se skládá z pohonu a dopravní dráhy, která je upravena podle orientace součástí a může být doplněn čidly. Na lineární VZ nám bude navazovat oddělovač (volba viz níže). Dodávané potřebné množství je stejné jako u kruhového VZ čili $20 \text{ kusů} \cdot \text{min}^{-1}$. Dle přílohy C jsem jako pohon lineárního VZ zvolil VZP/B 50. Podle přílohy je délka dopravní dráhy 400 mm při provozu na něm tedy bude 40 kusů čili zásoba na 2 min provozu stroje.



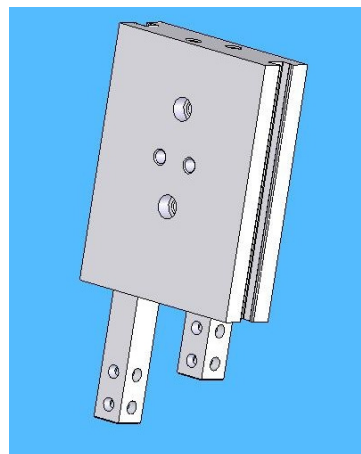
Obr. 32 – Zvolený lineární VZP/B 50

Volba oddělovače

Oddělovač je uchycen u lineárního VZ viz obr. 33 a odděluje nám jednotlivé díly od ostatních. Pro první polohu linky jsem zvolil pneumatický oddělovač s označením HPV 14 – 20 na obr. 34, parametry a rozměry viz příloha D.



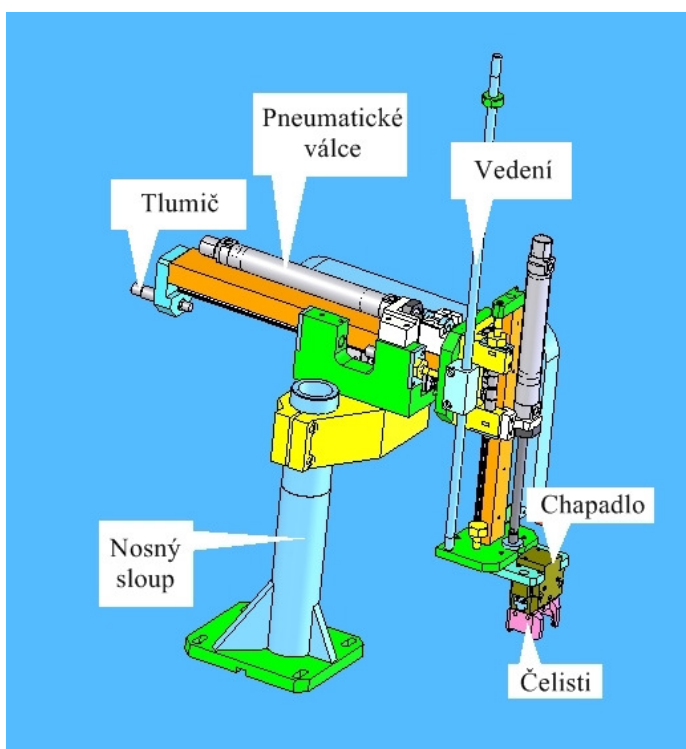
Obr. 33 – Způsob umístění oddělovače



Obr. 34 – Zvolený oddělovač HPV 14 - 20

Volba základacího manipulátoru

Na obr. 35 je zobrazena konstrukce zvoleného manipulátoru. Je to poměrně jednoduchá a levná konstrukce, která používá nastavených dorazů u pneumatických válců. Pneumatické válce DNSU 25 – 160 jsou zvoleny dle přílohy E, list 1. Podle přílohy E list 2 a 3 je navrženo chapadlo PGN – plus 40 pro upínání *trysky*. Chapadlo s čelistmi je na obr. 36. Další důležité součásti jsou vyráběny. Jako základací manipulátor by šlo také použít SCARA robota, ale jeho pořizovací cena by prodražila výrobu linky.



Obr. 35 – Konstrukce základacího manipulátoru



Obr. 36 – Chapadlo
PGN – plus 40 s čelistmi

4.4 Časový rozbor montážní linky

V časovém rozboru montážní linky (obr. 37) jsou zobrazeny jednotlivé montážní stanice během jednoho kroku linky. Z časového rozboru tedy vyplývá, že pokud by se v budoucnu krok linky zkracoval, je nutné aby součást *těla trysky* byla lépe orientována pro upínání a následné lisování. Reálná by byla hodnota 2 – 2,5 s/krok. Z tohoto návrhu časového rozboru je zřejmé, že takt linky $T = 3$ s je zcela dostačující jak pro výrobní produkci, tak pro náročnost konstrukčního řešení. Při určování časů jednotlivých operací byl použit program PROPNEU od FESTA.

Časový rozbor montážní linky

Čas [s] ⇌

Pracovní stanice	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Karusel	Rotace	Práce					
Vkládání trysky	Přejezd Dolů	Založení Dolů	Nahoru Přejezd	Dolů Úchop	Nahoru		
Vkládání usměrňovače	Přejezd Dolů	Založení Dolů	Nahoru Kontrola	Přejezd Dolů	Úchop Nahoru		
Vkládání těla trysky	Přejezd Dolů	Lisování Dolů	Nahoru	Přejezd Dolů	Úchop Nahoru		
Kontrolní stanice	Kontrola těla trysky	Kontrola trysky					
Vykládací stanice	Přejezd Dolů	Úchop	Nahoru Přejezd	Dolů Uvolnění	Nahoru		

Obr. 37 – Časový rozbor montážní linky

4.5 Nabídka pro firmu TNS Servis s. r. o.

Dílce ostříkovačů budou montovány na plně automatickém stroji. Kostra stroje bude svařena z ocelových profilů a na kostře bude navařena ocelová deska. Stroj bude opatřen bezpečnostními kryty z hliníkových profilů s elektrickým blokováním. Na ocelové desce bude otočný osmi polohový karusel. Zakládací hnízda na karuselu budou uzpůsobeny pro zakládání výrobků. Zakládací hnízda budou pro kompletní ostříkovač. Dílce budou orientovány automaticky, a to ve vibračních zásobnících. Dále budou postupovat po lineárních vibračních zásobnících k manipulátorům. Na konci lineárního VZ budou dílce odděleny oddělovači a pneumatickým manipulátorem budou založeny do hnízda na karuselu, případně budou tímto manipulátorem přímo zalisovány. V případě lisování *těla trysky* bude lisování pevné a manipulátor bude dílec zakládat pod lisovací stanici na karuselu. Lisovací stanice bude dojíždět na pevný doraz. Některé pozice na karuselu jsou volné z důvodu dostatku místa pro lepší přístup k manipulátorům. Na výstupu ze stroje budou skluzy a boxy na hotové ostříkovače. Výrobky se budou volně sypat do vibračních zásobníků. Po dosažení požadovaného počtu kusů (2500 ks) v zásobníku začne stroj automaticky plnit další zásobník. Zmetkové výrobky budou ukládány do boxu na zmetky. Linku lze doplnit o pozici na ukládání vzorků pro případné zkoušky kvality. Obsluha zajišťuje doplňování kruhových zásobníků a sleduje jednotlivé provozní stavy na malém ovládacím panelu. Plnění bude probíhat za chodu stroje skrze kryt. Předpokládaná zásoba ve VZ na cca ½ hod provozu stroje. Při montáži bude prováděna kontrola přítomnosti všech dílců a lisovací proces bude kontrolován pouze čidly na pneumatických válcích, že dojeely do koncových poloh. Nebude měřena lisovací síla. Další funkční zkoušky budou prováděny na dalších pracovištích. Orientace dílců ve VZ byla předběžně vyzkoušena a umožňuje předpokládaný způsob montáže.

Takt stroje: 3 s/ks, odhad podle náročnosti manipulace na VZ, problematická je orientace *těla trysky*. V případě dosažení správné polohy pro zakládání tohoto dílce, bez další manipulace, lze čas zkrátit až na 2 - 2,5 s/ks.

Hlavní použité komponenty:

FESTO, SCHMERSAL, OMRON, SIEMENS, BALLUFF, SUNX

Princip montáže bude vycházet z užívaného způsobu ruční montáže.

5 Technicko – ekonomické zhodnocení

Technicko – ekonomické zhodnocení návrhu bude porovnáno se současným způsobem montáže s navýšením produkce na 2 000 000 kusů ročně. Současný způsob montáže trysek zaměstnává 6 lidí ve dvousměnném provozu a jejich roční produkce je cca 1 000 000 kusů. Bude tedy nutné počítat s dvojnásobným počtem pracovníků a rozšířením pracoviště, aby bylo dosaženo stejné produkce jako pro návrh automatické linky.

5.1 Zvýšení produkce současného způsobu montáže

V současném způsobu montáže jsou v jedné směně dva pracovníci na ručním pracovišti a montují podskupinu trysky a usměrňovače, třetí pracovník obsluhuje pneumatický lis, na kterém se kompletuje podskupina trysky a usměrňovače s tělem trysky. Průměrná produkce jedné směny je 2500 kusů denně. Pro dosažení produkce na 2 000 000 kusů ročně je nutné tuto produkci na směnu zdvojnásobit. Bude tedy nutné počítat s náklady na rozšíření pracoviště, s novým vybavením a s nárůstem mzdových nákladů.

Efektivní časový fond pracovníka

Výpočet efektivního časového fondu pracovníka (12) bude vycházet z počtu pracovních dní roku 2010. Rok 2010 má $A + B = 112$ sobot, nedělí a státních svátků, tzn. $365 - 112 = 253$ pracovních dnů. Využití 8 hodinové pracovní směny je 7 hodin. Hodinová rezerva slouží pro doplňování dílců pro montáž, manipulaci s výrobky, zmetkovou rezervu a krátké přestávky. Při rozšíření výroby pak během pracovní směny pracovníci vyrobí v průměru 5 000 kusů výrobků denně. Roční produkce jedné směny je vypočtena dle vzorce 13.

Efektivní časový fond pracovníka:

$$E_{DC} = 253 - C - D = 253 - 20 - 15 = \underline{\underline{218 \text{ dnů}}}$$

Roční produkce 1 směny

$$R_{PS} = E_{DC} \cdot 5000 = 218 \cdot 5000 = \underline{\underline{1090000 \text{ kusů}}}$$

(12) kde:

A.....soboty a neděle

B.....placené svátky

C.....počet dnů prac. dov.

(13) D.....počet dnů prac. nesch.

Náklady na rozšíření pracoviště

Pro zvýšení produkce bude nutné provést rozšíření pracoviště o tři pracovní místa, která budeme muset plně vybavit např. pracovní stůl, přídatné osvětlení, židle. Odhadovaná cena vybavení jednoho pracovního místa je 8 000 Kč. Dále bude nutné pořídit druhý pneumatický lis, stojánek s vodícími sloupky a nová zakládací hnízda. Odhadovaná cena tohoto kompletu je 26 000 Kč. Na další pracoviště bude nutné pořídit dva montážní přípravky pro montáž podskupiny trysky a usměrňovače. Pořízení montážního přípravku stojí 5 000 Kč. Náklady na rozšíření pracoviště jsou vypočteny v rovnici 14.

Náklady na rozšíření pracoviště s vybavením: (14)

$$C_{NP} = 3 \cdot 8000 + 26000 + 2 \cdot 5000 = \underline{\underline{60000 \text{ Kč}}}$$

Mzdové náklady

Průměrná hrubá měsíční mzda pracovníka, který montuje ostříkovače na dvě směny je 12 000 Kč. Roční mzdový náklad zaměstnavatele (obr. 38) se sociálním a zdravotním pojištěním je vyčíslen na 192 900 Kč na jednoho pracovníka. Při přepočtu na 12 pracovníků, kteří montují ostříkovače ve dvousměnném provozu je roční mzdový náklad zaměstnavatele 2 314 800 Kč (15).

Celkové mzdové náklady na rok pro 12 pracovníků: (15)

$$C_{MN} = 192900 \cdot 12 = \underline{\underline{2314800 \text{ Kč}}}$$

	Zaměstnanec	Zaměstnavatel
Roční hrubá mzda	144 000	
Zaplatené zdravotní pojištění	6 480	12 960
Zaplatené sociální pojištění	9 360	36 000
Nezdanitelná část základu daně	0	
Základ daně	192 900	
Slevy na dani	24 840	
Daňové zvýhodnění	0	
<u>Roční daňová povinnost</u>	4 095	
Roční daňový bonus	0	
Zaplatené zálohy daně	4 140	
Přeplatek daně vč. daňového bonusu	45	

Obr. 38 – Roční mzdové náklady zaměstnavatele [7]

Celkové náklady rozšíření výroby: (16)

$$C_N = C_{NP} + C_{MN} = 60000 + 2314800 = \underline{\underline{2374800\text{Kč}}}$$

Celkové náklady na rozšíření výroby vychází na 2 374 800 Kč (16). Největším dílčím nákladem je mzdový náklad pracovníků.

Výhodou této možnosti zvýšení produkce je její pružnost, při ztrátě zakázky lze pracovníky lehce přeučit a přesunout do jiné výroby.

Nevýhodou této možnosti zvýšení produkce je nízká efektivita práce. Dále může na člověka působit únava čímž se může snížit jeho produktivita. Při dalším případném navýšení produkce nám nejvíce porostou mzdové náklady.

5.2 Zvýšení produkce automatickou montážní linkou

Předběžná cena automatické montážní linky s veškerou prací a seřízením je vyčíslena na 3 miliony korun. Tato cena je vyčíslena na základě použitého zařízení a zkušeností vedoucího konstrukce firmy LUX s.r.o. Ing. Jiřím Tejklem. Takt linky je vypočítaný na 80 % efektivní využití časového fondu stroje. Dle výpočtu vyšel takt linky na 2,91 s. Při zaokrouhlení na 3 s/takt vychází počet vyrobených kusů na 20 kusů.min⁻¹, 1200 kusů.hod⁻¹ a 9600 kusů za směnu. Stroj bude pracovat pouze jednu směnu. Roční produkce s 80 % využitím časového fondu stroje při taktu stroje $T = 3$ s pak vychází 1 944 000 kusů. V jednosměnném provozu bude linku ovládat a obsluhovat pouze jeden pracovník, jehož roční mzdové náklady zaměstnavatele budou připočteny do celkového nákladu (17). Náklad na provoz a údržbu stroje 20 000 Kč je odhadnut na základě zkušeností s podobným typem zařízení.

Celkové náklady na pořízení a provoz linky: (17)

$$C_N = 3000000 + 192900 + 20000 = \underline{\underline{3212900\text{Kč}}}$$

Předpokládaný celkový náklad na pořízení a provoz automatické montážní linky je tedy 3 212 900 Kč. Největším dílčím nákladem je pořizovací cena montážní linky.

Výhodou této možnosti zvýšení produkce je především efektivita práce a snadná možnost navýšení produkce zavedením další směny, čímž se může dosáhnout produkce až 4 000 000 kusů za rok.

Nevýhodou této možnosti zvýšení produkce je špatná pružnost výroby a především pořizovací náklady stroje. Při ztrátě zakázky se stroj velmi těžko přestavuje na montáž jiných výrobků a tím hrozí nevýhodnost investice. Dále ohrožují návratnost investice možné poruchy stroje.

5.3 Porovnání obou možností zvýšení produkce

Dle specifického zadání poptávky firmou TNS Servis s. r. o. byl vypracován návrh automatické montážní linky ostříkovačů s produkcí v jednosměnném provozu cca 2 000 000 kusů výrobků za rok. Pro porovnání je v technicko – ekonomickém zhodnocení uvedena i možnost zachování současného způsobu montáže ostříkovačů ve dvousměnném provozu s rozšířením výroby pro dosažení přibližně stejné roční produkce 2 000 000 kusů.

V porovnání obou možností navýšení produkce z dlouhodobého hlediska je výhodnější pořízení montážní linky pro její efektivitu a snadné navýšení produkce. Z ekonomického hlediska je to však celkem riskantní krok, protože linka má vysoké pořizovací náklady a zákazník nemusí zaručit, že po dobu návratnosti linky bude mít zájem o kompletované ostříkovače. V porovnání s druhou možností je linka nevýhodná z hlediska pořizovacích nákladů. Pořizovací náklady totiž ve druhé možnosti tvoří minimum celkových nákladů. Avšak značnou nevýhodou druhé možnosti navýšení produkce jsou celkové mzdové náklady zaměstnavatele.

Z těchto výsledků tedy vyplývá, že pokud má firma TNS Servis s. r. o. záruku, že v době návratnosti investice do automatické montážní linky bude mít jistý odběr kompletovaných ostříkovačů, pak je pro ni jednoznačně ekonomicky výhodnější si linku pořídit.

6 Závěr

V bakalářské práci byla řešena problematika návrhu automatizované montážní linky ostřikovačů předních světlometů automobilů, které vyrábí a montuje firma TNS Servis s. r. o. Návrh automatizované linky byl vytvořen ve spolupráci s firmou Lux s. r. o., která dostala poptávku na toto zařízení od firmy TNS Servis s. r. o. Návrh automatizované linky vycházel ze současného postupu montáže ostřikovačů a měla za cíl nahradit a zefektivnit současný stav montáže ostřikovačů.

V teoretické části práce byla řešena problematika montáže malých dílců. Byla popsána pravidla, která se dodržují při konstrukci součástí určených pro automatizovanou montáž, byly uvedeny základní skupiny montážních systémů, základní popis používaných zásobníků a jejich druhů, a také byly uvedeny způsoby orientace součástí v horních částí vibračních zásobníků. Dále byly vypsány jednotlivé druhy oddělovačů a zakládacích manipulátorů.

V praktické části práce byl popsán rozbor stávajícího postupu montáže ostřikovačů spolu s popisem pneumatického lisu a vybavením ručního pracoviště. Byla uvedena fotodokumentace jednotlivých dílců, podskupiny i kompletního ostřikovače s příkladem použití. Tento oddíl byl zakončen představením zadavatelské firmy TNS Servis s. r. o. **Ve čtvrtém oddílu** práce je uveden samotný návrh výrobní linky ostřikovačů. Je zde uvedeno oficiální zadání zadavatele. Dále je uveden popis linky s rozmístěním pracoviště ve 2D a 3D modely jednotlivých součástí a částí stroje. Detailní volba základních komponent je pouze pro první montážní stanici. Je zde uveden výběr karuselu, vibračních zásobníků, oddělovače, zakládacího manipulátoru a časový rozbor linky. V závěru tohoto oddílu je oficiální nabídka pro firmu TNS Servis s. r. o. **V pátém oddílu** je technicko – ekonomické zhodnocení práce, ve kterém byl návrh automatizované linky porovnán s ručním způsobem montáže. Kde celkové náklady pro zvýšení produkce u ruční montáže byly 2 374 800 Kč a celkové náklady pro zvýšení produkce u automatizované linky byly 3 212 900 Kč.

Z dosažených výsledků je patrné, že z dlouhodobého hlediska je automatizovaná montážní linka v porovnání s ruční montáží velmi výhodná avšak velká nevýhoda je vysoká pořizovací cena tohoto zařízení, která představuje velké riziko při návratnosti investice.

7 Seznam použité literatury

- [1] DUŠÁK, Karel. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
- [2] HOFMANN, Petr. *Technologie montáže*. 1. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, Fakulta strojní, Katedra technologie obrábění, 1997. 90 s. ISBN 80-7082-382-8.
- [3] KŘENEK, Vlastimil. *Automatizace montáže*. 1. vyd. Praha : SNTL Praha, 1964. 230 s.
- [4] ŘASA, J., HANĚK, V., KAFKA, J. *Strojírenská technologie 4. Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže*. 1. vyd. Pedagogické nakladatelství Scientia Praha 6, 2003. 497 s. ISBN 80-7183-284-7.
- [5] SLANINA, F. a kol. *Montáž v strojářských a elektrotechnických výrobcích*. 1. vyd. Bratislava : Alfa Bratislava, 1990. 296 s. ISBN 80-05-00609-9.
- [6] SOVA, František. *Technologie obrábění a montáže*. 3. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, Fakulta strojní, Katedra technologie obrábění, 2001. 273 s. ISBN 80-7082-823-4.
- [7] *Finance - mzdový kalkulátor* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010, [cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.finance.cz/dane-a-mzda/financni-kalkulacky/mzdovy-kalkulator> >
- [8] *LUX s.r.o.* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010, [cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.lux.cz/en/company-profile-cs> >
- [9] *LUX s.r.o. – produkty* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010, [cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.lux.cz/en/products/machines-for-electrical-industry/machines-for-pressure-sensors> >

- [10] *TNS Servis s.r.o.* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010, [cit.12-5-2010].
URL: < http://www.tnsservis.cz/CZ/o_nas.html >
- [11] *TNS Servis s.r.o. - produkty* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010]. URL: < http://www.tnsservis.cz/CZ/produkty_b.html >
- [12] *STASTO Automation – katalog Weiss* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.stasto.cz/data.aspx?data=085cc01d-c006-4580-8058-64eb0fb76dc3> >
- [13] *Festo – katalog oddělovačů* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL: < https://xdki.festo.com/xDKI/data/doc_cs/PDF/CZ/HPV_CZ.PDF >
- [14] *Vondra – Vondra – vibrační zásobníky* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.vondra-vondra.cz/> >
- [15] *Festo – katalog pneumatických válců* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL:<http://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/DSNU-ISO_CZ.PDF>
- [16] *Schunk – katalog chapadel* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL:< http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/Greifmodule_part1_0901001_389_DE.pdf >
- [17] *MM Průmyslové spektrum* [online]. Poslední aktualizace 12.5.2010,
[cit.12-5-2010].
URL: < <http://www.mmspektrum.com/clanek/automatizace-a-pohony-v-automobilovem-prumyslu> >

8 Seznam příloh

	Počet listů
Příloha A – Elektromechanické otočné polohovací stoly TC-T [12].....	4
Příloha B – Kruhový vibrační zásobník [14].....	2
Příloha C – Lineární vibrační zásobník [14].....	1
Příloha D – Oddělovač [13].....	2
Příloha E – Manipulátor [15,16].....	3

TC 120G



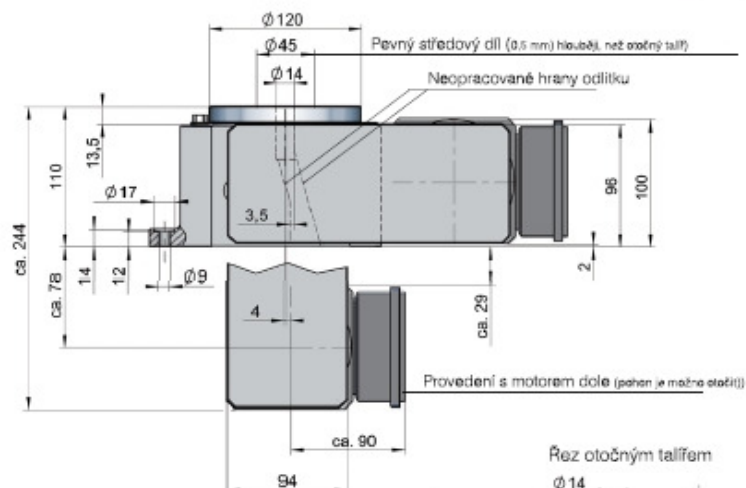
Technické údaje TC 120G

Dop. průměr přídavného talíře:	max. 600 mm
Průměr talíře:	120 mm
Směr otáčení:	vlevo, vpravo nebo střídavě
Dělení:	2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, jiná dělení na Vaše přání
Četnost spínání:	do 200 taktů/min, v závislosti na momentu setrvačnosti a úhlu pootočení
Napětí:	230 / 400 V 50 Hz, jiná napětí na Vaše přání
Výkon pohonu:	0,045 - 0,12 kW; BG 56
Hmotnost:	22 kg
Montážní poloha:	viz str. 39
Přesnost dělení v úhl. vteřinách:	Dělení 2-10: $\pm 45''$, dělení 12-20: $\pm 55''$ - na Vaše přání i přesnost vyšší
Přesnost dělení v délk. mírách:	Dělení 2-10: $\pm 0,013$ mm, dělení 12-20: $\pm 0,016$ mm (na $\varnothing 120$ mm)
Přesnost opakování:	0,02 mm (na $\varnothing 120$ mm)
Max. čelní házení talíře:	0,02 mm (na $\varnothing 120$ mm)
Max. obvodové házení:	0,02 mm
Max. odchylka planparallelity povrchu prstence a tělesa:	0,04 mm (na $\varnothing 120$ mm)

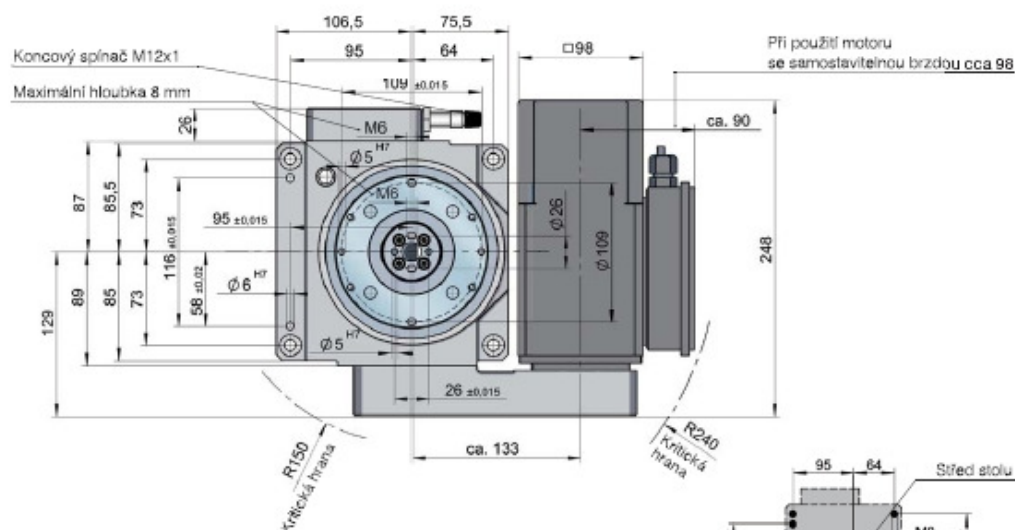
TC 120G Rozměry



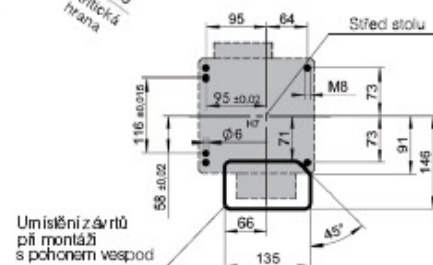
Technika, která Vás nadchne



Pokud chcete provést sami do talíře další závrt, projednejte nejprve s námi jejich umístění a hloubku. Znárodná pozice otočného talíře odpovídá základní pozici otočného polohovacího stolu (stav při dodávce).



Max. tolerance pootočení pevného střed. dílu vůči otočnému talíři je ± 250 úhlových vteřin.
Max. tolerance pootočení otočného talíře vůči tělesu stolu je ± 130 úhlových vteřin.
Poznámka: Motor a brzda musí být přístupné pro servisní práce!



TC 120G

Tabulka zatížení

(V případě potřeby vyššího zatížení Vám rádi poradíme)

Stupeň		a	b	c	d	e	f	g
Dělení								
2	J_{max}	–	–	0,06	0,10	0,15	0,23	0,38
	t_a			0,41	0,51	0,63	0,78	0,96
4	J_{max}	0,10	0,19	0,28	0,42	0,66	1,00	1,63
	t_a	0,24	0,31	0,37	0,46	0,57	0,70	0,89
5	J_{max}	0,16	0,33	0,47	0,71	1,05	1,69	2,75
	t_a	0,24	0,31	0,37	0,46	0,57	0,70	0,89
6	J_{max}	0,23	0,39	0,57	0,86	1,34	2,03	3,30
	t_a	0,24	0,31	0,37	0,46	0,57	0,70	0,89
8	J_{max}	0,41	0,85	1,21	1,83	2,69	4,34	7,05
	t_a	0,24	0,31	0,37	0,46	0,57	0,70	0,89
10	J_{max}	0,57	0,93	1,33	2,01	3,15	4,76	7,73
	t_a	0,24	0,31	0,37	0,46	0,57	0,70	0,89
12	J_{max}	–	–	–	0,47	0,67	1,12	1,82
	t_a	–	–	–	0,22	0,27	0,34	0,43
16	J_{max}	–	–	–	0,55	0,86	1,31	2,13
	t_a	–	–	–	0,22	0,27	0,34	0,43
20	J_{max}	–	–	–	0,86	1,35	2,05	3,32
	t_a	–	–	–	0,22	0,27	0,34	0,43

J = max. přípustný moment setvačnosti (kgm²) t_a = čas přesunutí (v tísíci) Vzájemost na velikost motoru, použijte elektroniku a nastavení časového optima je dle parametrů signálu START a nastavení POLOHA DO SAŽENÁ, o cca 80 až 130 ms vyšší, než hodnota, uváděná v této tabulce (viz str. 34). EF - doporučená hodnota pro kompenzaci opožďování brady.

*Poznámka k časům přestavení

Skutečně změřený čas (od signálu START do nahlášení polohy) se skládá z času uvedeného v tabulce a ztrátového času závislého na typu. Významnou část tvoří čas elektrického zpracování signálu, vstupní filtry, mřížové mechanické časy motoru a také nastavení a ovládací ideální startovací pozice.

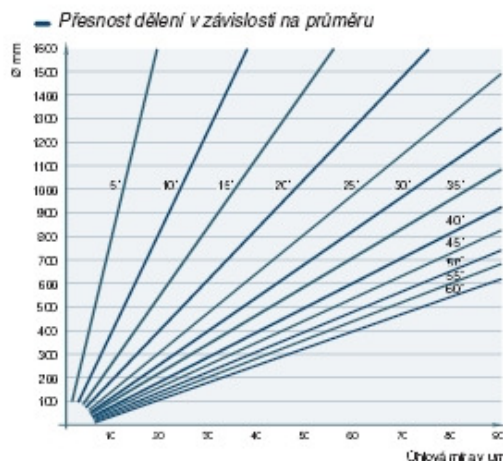
Údaje o zatížení (pro pevný středový díl)

		
Přípustný klopný moment na středový díl	Přípustné zatížení, působící kolmo na středový díl	Přípustný tangenciální moment středového dílu
150 Nm	3000 N	120 Nm
Přípustná radiální síla na středový díl		
2000 N		

Údaje o zatížení (pro otočný talíř)

		
Přípustný klopný moment zajištěného otočného talíře	Přípustná obráběcí síla (působící na zajištěný otočný talíř na jmenovitém průměru)	Přípustný tangenciální moment zajištěného otočného talíře
200 Nm	3300 N	120 Nm
Přípustná radiální síla na zajištěný otočný talíř		
2000 N		

Výpočty



$$\text{Požadovaná přesnost dělení} = \pm \frac{\pi \times D \times T_g}{360 \times 3600}$$

D = průměr děleného obvodu

T_g = prospektová přesnost

Pokud pro Vás vyrobíme na základě Vašich výkresů přídavný otočný talíř, je nutno připočítat k hodnotám přesnosti dělení z tohoto grafu chybu dělení $\pm 3'$.

Čelní házení přídavných talířů

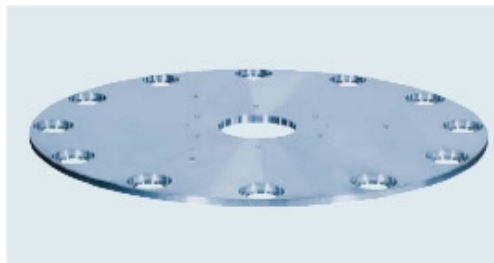
Průměr (mm)	Tloušťka (mm)	Čelní házení Kvalita A (mm)	Čelní házení Kvalita B (mm)
≤ 600	≥ 20	0,04	0,10
	< 20	0,06	0,15
≤ 800	≥ 20	0,06	0,15
	< 20	0,07	0,18
≤ 1100	≥ 20	0,07	0,18
	< 20	0,08	0,20
≤ 1400	≥ 25	0,08	0,20
	< 25	0,10	0,25
≤ 1800	≥ 25	0,10	0,25
	< 25	0,20	0,50
≤ 2500	≥ 30	0,15	0,40
	< 30	0,25	0,55

Přídavný talíř

Přídavné talíře vyrobíme dle Vašich výkresů z hliníku nebo z oceli. Budete-li požadovat hliníkové provedení (materiál AlMg4,5 MnF28), musíte počítat s tepelnou roztažností tohoto materiálu.

Hliníkové talíře mohou být na Vaše přání i eloxovány v přírodním nebo barevném odstínu; provedení z oceli brunírujeme nebo chemicky nklujeme.

Vyčerpávající informace o přídavných talířích naleznete v našem prospektu "Polohovací zařízení".



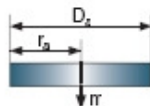
Výpočet momentu setrvačnosti

Pevný dílec (střed)

$$J = 0,5 \times r_e^2 \times m_e$$

nebo

$$J = 0,125 \times m_e \times D_e^2$$



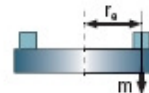
r_e = poloměr v m

m_e = hmotnost v kg

D_e = průměr v m

Dílčí zatížení (přibližný vzorec)

$$J = 1,1 \times r_e^2 \times m_e \times n$$



r_e = poloměr ložiska přípravku v m

m_e = hmotnost přípravku v kg

n = počet přípravků

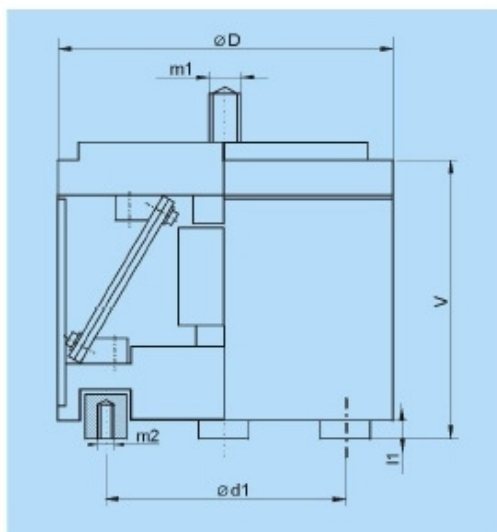
VIBRAČNÍ POHONY KRUHOVÉ - typ C

Vondra a Vondra s.r.o.

Technický popis

Vibrační zásobníky jsou určeny pro podávání a orientaci dílů do jednotné polohy před jejich dalším zpracováním. Vibrační zásobník je tvořen základovou a nosnou deskou, soustavou pružin a elektro magnetickým budičem. Násypka je upnuta středovým šroubem. Tím je umožněno natočení násypky o 360° kolem osy vibrační jednotky. Mimo jednotky VZ/C - 600 a 600A. K řízení výkonu slouží plynulá regulace typ DIGR, nebo REVI. (viz. katalogový list)

Rozměrový náčrtek



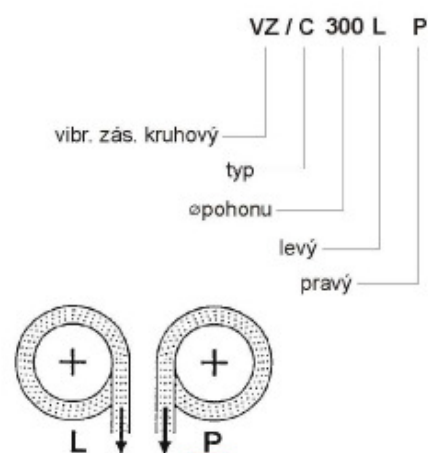
Technické údaje

OZNAČENÍ	Ø D	Ø d1	m1	m2	l1	V	Napájení	Prac. frekvence	El. krytí	Příkon
VZ/C - 200	200	163	M8	3xM6 á 120°	10	127	230 V	50 Hz	IP 54	136 VA
VZ/C - 300	300	250	M10	3xM6 á 120°	10	156	230 V	50 Hz	IP 54	280 VA
VZ/C - 400	400	340	M10	4xM8 á 90°	10	156	230 V	50 Hz	IP 54	272 VA
VZ/C - 600	600	500	M16	4xM10 á 90°	40	235	230 V	50 Hz	IP 54	564 VA
VZ/C - 600A	600	500	M16	4xM10 á 90°	40	235	230 V	50 Hz	IP 54	1128 VA

TYP VZ/C 200 - 600



Popis typového označení



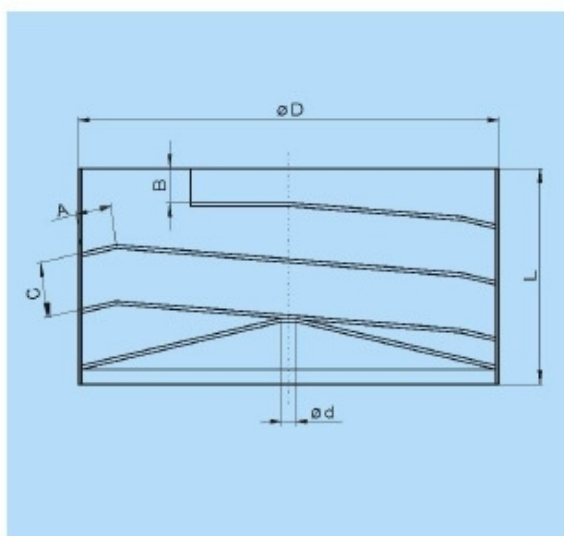
NÁSYPKY VÁLCOVÉ typ NV

Vondra a Vondra s.r.o.

Technický popis

Válcové násypky jsou zhotoveny a svařeny z plechu. Materiál násypky, jejich povrchová úprava, nebo jejich kombinace se vždy volí s ohledem na dopravované díly ve spolupráci se zákazníkem. Zároveň lze měnit od standardního provedení šíř drážhy. Dle požadavku zákazníka se zhotovují a zabudovávají orientační prvky, které zaručují jednotné napolohování dílů na výstupu z násypky.

Rozměrový náčrtek



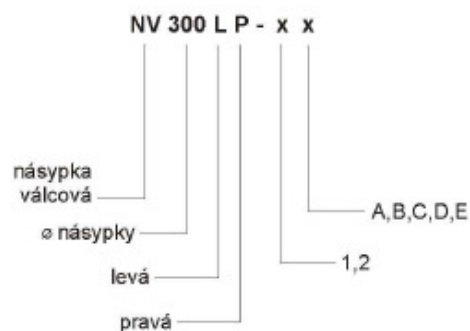
Technické údaje

OZNAČENÍ	Ø D	Ø d	L	A	C	B	Pohon
NV200	200	9	80	10	35	20	VZ/C-200 VZ/D-160
NV250	250	9	105	12	47	26	VZ/C-200
NV300	300	11	115	18	56	30	VZ/C-300
NV400	400	11	140	25	70	35	VZ/C-300 VZ/C-400
NV500	500	11	170	30	90	46	VZ/C-400
NV600	600	11	220	30	110	55	VZ/C-600 VZ/C-600A

TYP NV 200 - 600



Popis typového označení



1 - materiál násypky 11 373

2 - materiál násypky 17 246

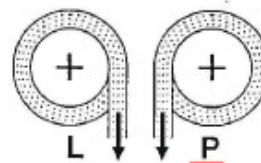
A - bez povrchové úpravy

B - komaxit

C - pogumováno černou tech. pryží

D - nástřik polyuretanovou pryží MetaLine

E - vibrační koberec



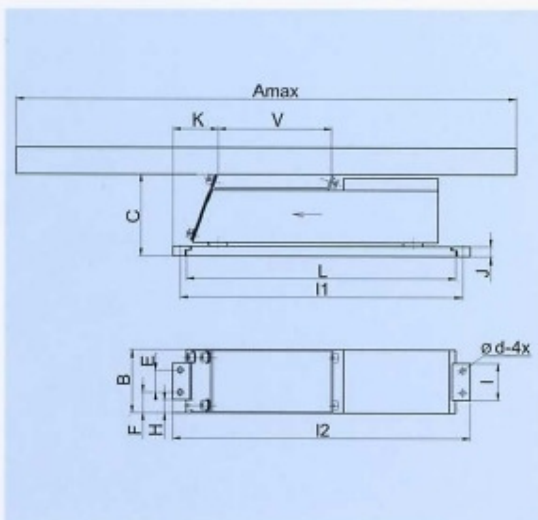
VIBRAČNÍ POHONY PŘÍMOČARÉ - typ B

Vondra a Vondra s.r.o.

Technický popis

Vibrační zásobníky přímočaré jsou určeny k dopravě zorientovaných dílů z kruhového zásobníku do místa odběru, nebo montáže. Pohon je tvořen upínací deskou, na které je pomocí silent bloků upevněna vibrační soustava skládající se ze základové a nosné desky lišty, soustavy planžet, elektromagnetického budiče a vyvažovacího zařízení pohlcujícího chvění, které vibrační zařízení vytváří. K řízení slouží plynulá regulace DIGR, nebo REVI (viz. katalog. list). Tento typ vibračního pohonu nepřenáší chvění do základu stroje. Připevnění je provedeno pomocí dvou upínek svěrným spojem. Tím je umožněno přesné osové nastavení oproti výstupu z kruhového zásobníku.

Rozměrový náčrtek



TYP VZP/B 50 - 80



Popis typového označení

VZP / B 50,80

vibr. zás. přímočarý

typ

velikost

Technické údaje

OZNAČENÍ	Napájení	Prac. frekvence	Příkon	El. krytí
VZP/B - 50	230V/50 Hz	50/100 Hz	20 VA	IP 54
VZP/B - 80	230V/50 Hz	50/100 Hz	70 VA	IP 54

OZNAČENÍ	A	B	C	E	F	H	I	J	K	L	I1	V	Ø d	I2
VZP/B - 50	400	50	66	30	10	0	50	8	36	212	225	90	4,5	236
VZP/B - 80	600	80	94	40	20	12	56	10	46	314	328	146	6,5	342

Příloha D – Oddělovač, list 1/2

Oddělovače HPV

technické údaje

FESTO

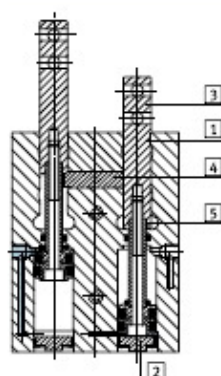
Hmotnosti [g]				
velikost	HPV-14-20-A	HPV-14-40-A	HPV-22-30-A	HPV-22-60-A
hmotnost výrobku	290	460	950	1 500

Max. přípustná hmotnost [g] adaptačních čelistí pro neškracený provoz				
velikost	HPV-14-20-A	HPV-14-40-A	HPV-22-30-A	HPV-22-60-A
externí adaptační čelisti ¹⁾	1 50	1 50	395	395

1) Pokud by byla max. přípustná hmotnost externích adaptačních čelistí překročena, je nutné čas zajištění a vyjetí upravit (jednosměrnými šokovými ventily podle následující tabulky). Inak by mohlo dojít k poškození konstrukčních částí oddělovače.

Materiály

funkční řez



Oddělovač

1	těleso	tvárný legovaný hliník (povrch CompCoat)
2	koncové vřeto	silně legovaná ocel
3	zdvíhátko	silně legovaná ocel
4	blokovací součástka	cementační ocel
5	přístnice	silně legovaná ocel
-	těsnění	nitril kaučuk
-	poznámka o materiálu	prostě měď, PTFE a silikonu

Jednotky pro manipulaci
oddělovače

7.3

Čas zajištění a vyjetí [s] s externími adaptačními čelistmi v závislosti na zvedané zátěži [N] adaptačních čelistí					
velikost		HPV-14-20-A	HPV-14-40-A	HPV-22-30-A	HPV-22-60-A
síla	2 N	0,03	0,05	–	–
	3 N	0,04	0,08	–	–
	4 N	0,05	0,11	0,24	0,48
	5 N	0,07	0,13	0,3	0,6
	6 N	–	–	0,36	0,72
	7 N	–	–	0,42	0,84
	8 N	–	–	0,48	0,96

upozornění

Kluzné vedení zářezek v tělese je dané zvoleným lícováním a nelze je nastavit. Potřebné základní mazání

se provádí při montáži. Po 2 milionech cyklů se doporučuje promazat.

Oddělovače HPV

technické údaje

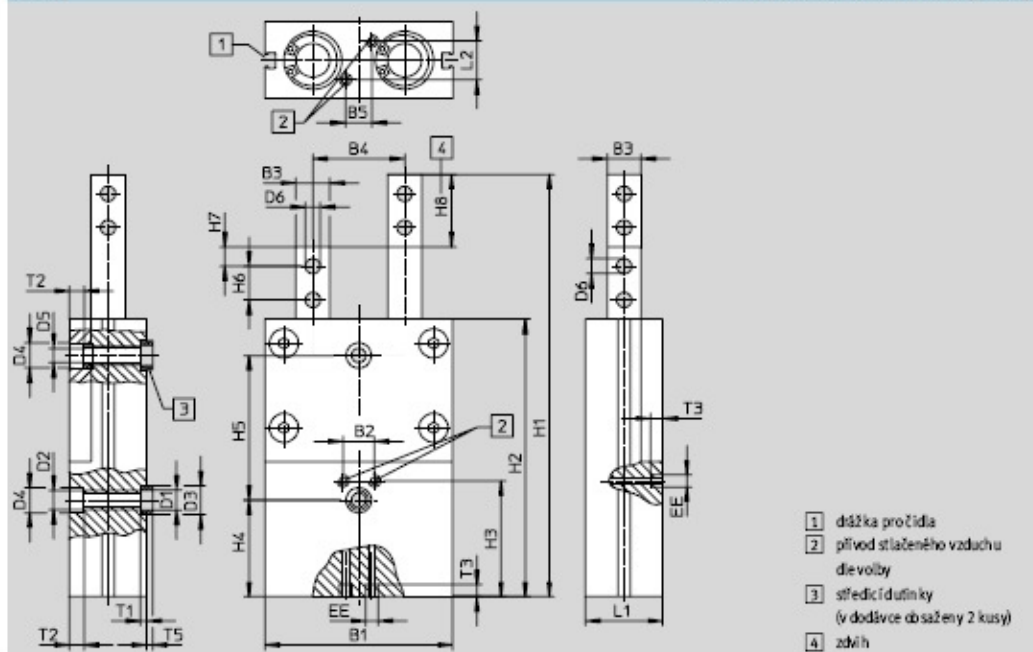
FESTO

jednotky pro manipulaci
oddělovače

7.3

Rozměry

CAD modely ke stažení → www.festo.cz/engineering



typ	B1	B2	B3	B4	B5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	EE	H1
			±0,02	±0,05		∅		H8/h7 ∅	H13 ∅	H13 ∅	H13 ∅		
HPV-14-20-A	60	12	10	30	10	5,3	M5	7	7,4	–	4,2	M5	119
HPV-14-40-A	60	12	10	30	10	5,3	M5	7	7,4	–	4,2	M5	189
HPV-22-30-A	78	13	14	38	11	8,4	M8	12	10,4	6,2	6,2	M5	175
HPV-22-60-A	78	13	14	38	11	8,4	M8	12	10,4	6,2	6,2	M5	280

typ	H2	H3	H4	H5 ¹⁾	H6	H7	H8	L1	L2	T1	T2	T3	T5
			±0,1		±0,2	±0,1	±0,5			+0,1		min	–0,3
HPV-14-20-A	79	36	20	30	10	5	20	19	7	1,6	4,6	5	1,4
HPV-14-40-A	129	56	20	60	10	5	40	19	7	1,6	4,6	5	1,4
HPV-22-30-A	115	48	40	60	14	8	30	32	16	2,6	6,1	5	2,4
HPV-22-60-A	190	78	40	120	14	8	60	32	16	2,6	6,1	5	2,4

1) tolerance střední díry ±0,02
tolerance závitů a průřezů díry ±0,1

Údaje pro objednávky			
velikost	zdvih [mm]	č. dílu	typ
14	20	529 351	HPV-14-20-A
	40	529 352	HPV-14-40-A
22	30	529 353	HPV-22-30-A
	60	529 354	HPV-22-60-A

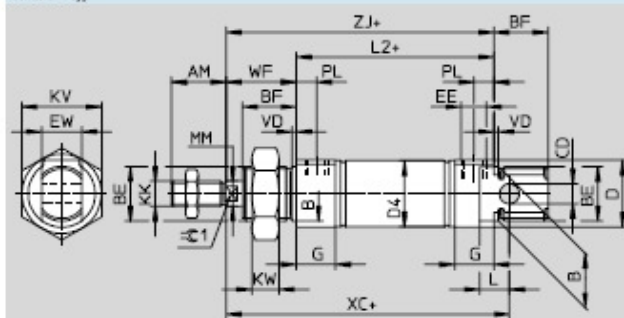
Válce dle norem DSNU, ISO 6432

technické údaje

FESTO

Rozměry
základní typ

CAD modely ke stažení → www.festo.cz/engineering



Válce dle norem
ISO 6432

1.1

Ø [mm]	AM	B Ø h9	BE	BF	CD Ø E10	D Ø	D4 Ø	EE	EW	G	KK	KV
8	12	12	M12x1,25	12	4	15	9,3	M5	8	10	M4	19
10							11,3					
12	16	16	M16x1,5	17	6	20	13,3		12		M6	24
16							17,3					
20	20	22	M22x1,5	20	8	27	21,3	G½	16	16	M8	32
25	22			22			26,5				M10x1,25	

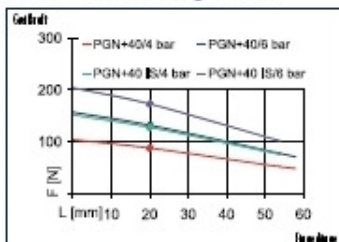
Ø [mm]	KW	L	L2	MM Ø	PL	TD	VD	WF	XC ±1	Q	≅1
8	6	6	46	4	6	18	2	16	64	62	-
10											
12	8	9	50	6		23		22	75	72	5
16			56						82	78	
20			68	8	8,2	31		24	95	92	7
25	11	12	69,5	10				28	104	97,2	9

PGN-plus 40

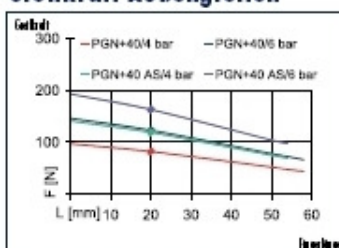
Pneumatisch · 2-Finger-Parallelgreifer · **Universalgreifer**



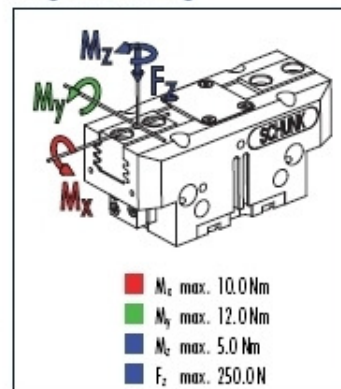
Greifkraft Innengreifen



Greifkraft Außengreifen



Fingerbelastung

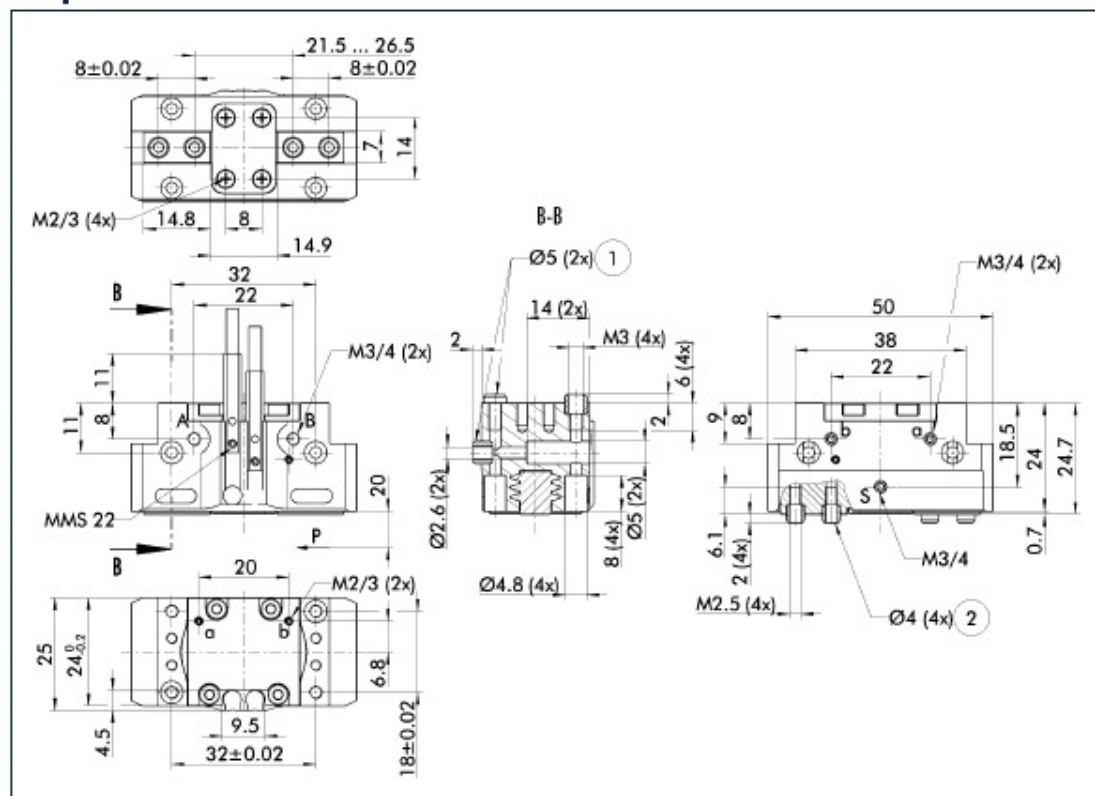


① Momente und Kräfte gelten je Grundbock und dürfen untereinander gleichzeitig auftreten. M_y darf zusätzlich zu dem durch die Greifkraft selbst erzeugten Moment auftreten. Bei Überschreitung des max. zulässigen Fingergewichtes ist zwingend eine Drosselung vorzunehmen, dass die Bodenbewegung schlag- und peilfrei erfolgt. Die Lebensdauer kann sich verringern.

Technische Daten

Bezeichnung		PGN-plus 40	PGN-plus 40-AS	PGN-plus 40-AS
	Ident.-Nr.	0371080	0371082	0371084
Hub pro Boock	(mm)	2.5	2.5	2.5
Schließkraft	(N)	123.0	163.0	
Öffnungskraft	(N)	132.0		182.0
min. Federkraft	(N)		40.0	50.0
Eigenmasse	(kg)	0.08	0.1	0.1
empfohlenes Werkstückgewicht	(kg)	0.62	0.62	0.62
Fluidverbrauch pro Doppelhub	(cm³)	2.5	5.5	5.5
Mindestdruck	(bar)	2.5	4.0	4.0
Maximaldruck	(bar)	8.0	6.5	6.5
Nennbetriebsdruck	(bar)	6.0	6.0	6.0
Schließzeit	(s)	0.02	0.02	0.03
Öffnungszeit	(s)	0.02	0.03	0.02
max. zulässige Fingerlänge	(mm)	58.0	54.0	54.0
max. zulässige Masse pro Finger	(kg)	0.1	0.1	0.1
Dichtheit IP		40	40	40
min. Umgebungstemperatur	(°C)	-10.0	-10.0	-10.0
max. Umgebungstemperatur	(°C)	90.0	90.0	90.0
Wiederholgenauigkeit	(mm)	0.01	0.01	0.01
OPTIONEN und deren Eigenschaften				
Staubschutz-Version	Ident.-Nr.	37371080	37371082	37371084
Dichtheit IP		64	64	64
Eigenmasse	(kg)	0.1	0.12	0.12
Korrosionsschutz-Version	Ident.-Nr.	38371080	38371082	38371084
Hochtemperatur-Version	Ident.-Nr.	39371080	39371082	39371084
min. Umgebungstemperatur	(°C)	-10.0	-10.0	-10.0
max. Umgebungstemperatur	(°C)	130.0	130.0	130.0

Hauptansichten



Die Zeichnung zeigt den Greifer in der Grundauführung mit geschlossenen Backen, ohne maßliche Berücksichtigung der nachstehend beschriebenen Optionen.

A.9 Haupt-, Dienstanschluss Gabeln öffnen

B,b Haupt, Die Klammerchluss Gatter schließen

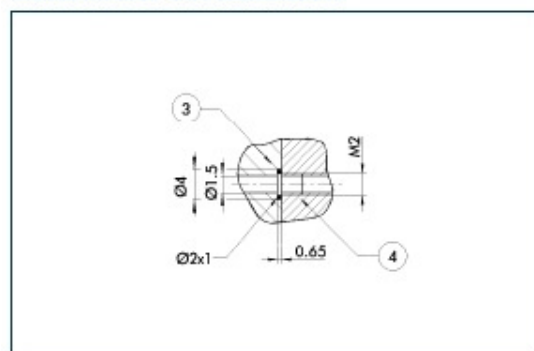
S₂ Sperrluftabschluss

① Greifernschluss

② Fingeranschluss

① Alternativ/zusätzlich zur federgestützten, mechanischen Greifkraftsicherung kann für Innen- bzw. Außengreifen auch das Druckerhaltungsventil SDV-P eingesetzt werden (siehe Katalogteil „Zubehör“).

Schlauchloser Direktanschluss

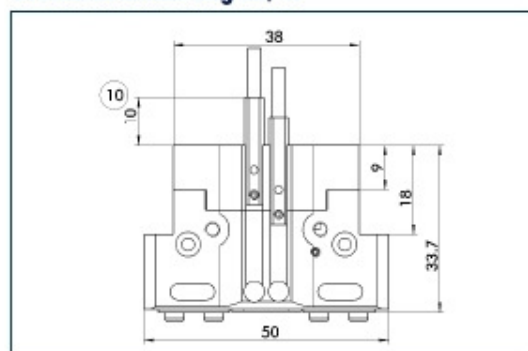


③ Adapter

④ Greifer

Der Direktanschluss dient zur Druckversorgung des Greifers ohne störanfällige Verschlauchung. Das Druckmedium wird stattdessen durch Bohrungen in der Anschraubplatte geführt.

Greifkraftsicherung AS/IS



© Oberstad nur bei Verston AS

Die mechanische Greifkraftsicherung stellt auch bei Druckabfall eine Mindestgreifkraft sicher. Diese wirkt bei der AS-Variante als Schließkraft, bei der IS-Variante als Öffnungskraft. Außerdem lässt sich die Greifkraftsicherung auch als Greifkrafterhöhung oder für einfach wirkendes Greifen nutzen.